

Rappel

La solution constructive qui réalise une liaison pivot est appelée **guidage en rotation**.

1- Fonctions à assurer

Pour établir un guidage en rotation entre deux pièces d'un mécanisme, la solution constructive adoptée doit assurer les fonctions suivantes :

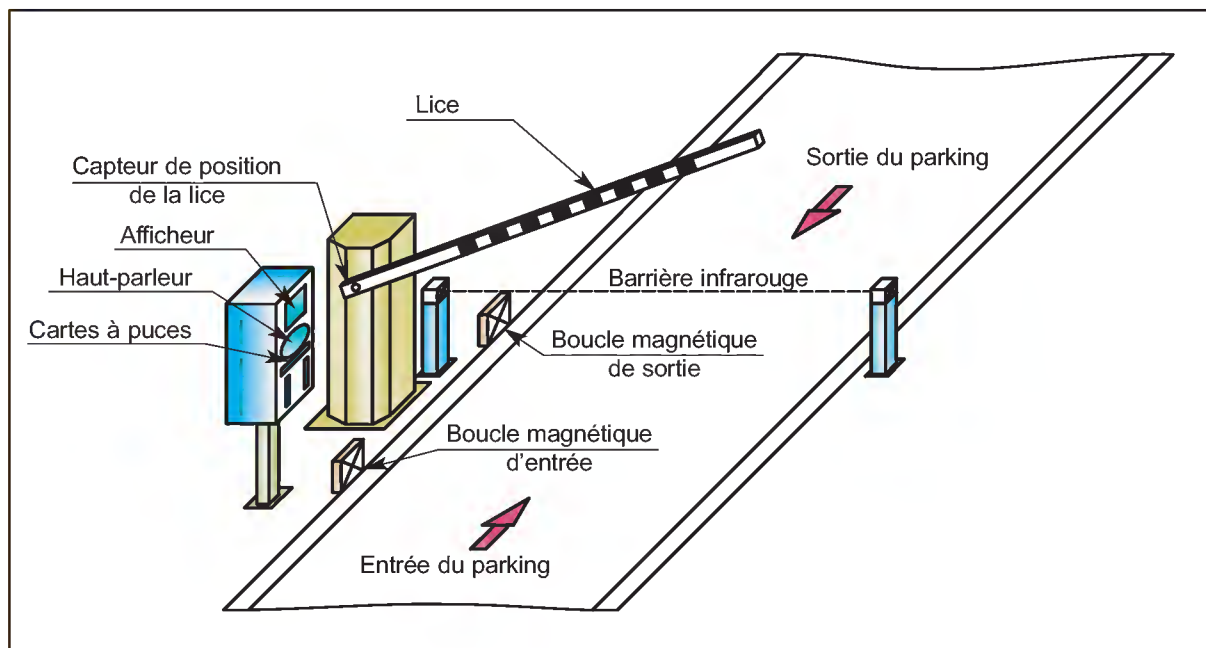
- > Positionner les deux pièces entre elles;
- > Permettre un mouvement relatif de rotation autour d'un axe;
- > Transmettre les efforts;
- > Résister au milieu environnant.

2- Moyens de mise en œuvre d'un guidage en rotation :

Système : Contrôleur d'accès de parking

2-1 Mise en situation :

La figure ci-dessous représente le système d'accès d'un parc de stationnement dont le contrôle est assuré automatiquement. Le dessin d'ensemble de la page suivante représente le mécanisme de commande de la lice.

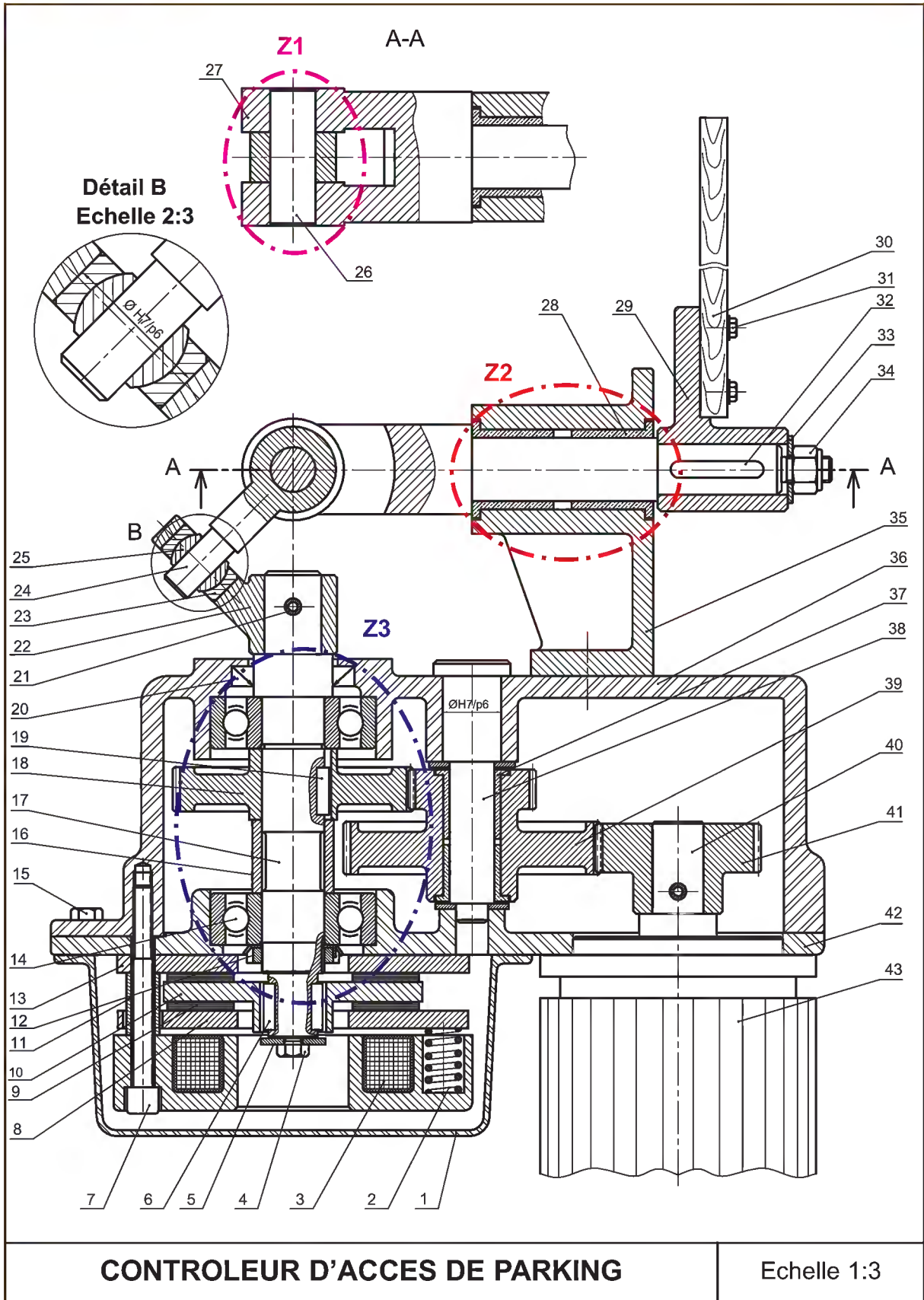


2-2 Description du fonctionnement du mécanisme de commande de la lice :

La lice effectue une rotation alternative d'amplitude 90° .

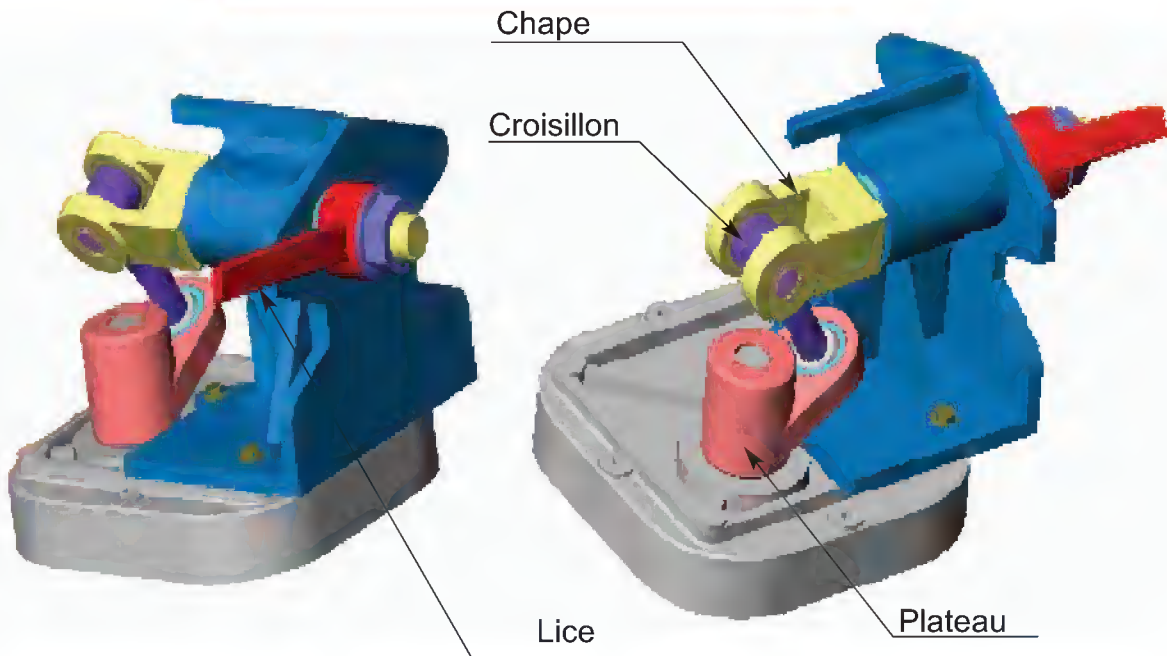
Le mécanisme assurant ce mouvement est constitué :

- d'un moteur à courant continu (43);
- d'un réducteur à engrenages;
- d'un renvoie d'angle spécifique (21, 22, 23, 24, 25).
- d'un frein électro-magnétique qui assure le maintien de la lice en position haute pendant le passage d'un véhicule.



43	1	Moteur		
42	1	Boitier	AlCu4MgTi	
41	1	Pignon	C35	
40	1	Arbre moteur	C35	
39	1	Roue dentée double	C35	
38	1	Axe	C35	
37	2	Coussinet	CuSn8	
36	1	Bâti	AlCu4MgTi	
35	1	Support	EN-GJL-200	
34	1	Ecrou hexagonal auto-freiné ISO 7040-M10		
33	1	Rondelle plate ISO 10673 type N 8	C35	
32	1	Clavette parallèle forme A 6x6x30		
31	4	Vis à tête hexagonale ISO 4014 M5-20	C 60	
30	1	Lice	C 60	
29	1	Disque	EN-GJL-200	
28	2	Coussinet	CuSn8	
27	1	Chape	C 35	
26	1	Axe	C35	
25	1	Rotule	C35	
24	1	Croisillon	C35	
23	1	Cage rotule	C 35	
22	1	Plateau	C30	
21	2	Goupille élastique ISO8752-6x20	60SiCr7	
20	1	Joint à lèvres type A 32x48x8	S 275	
19	1	Clavette parallèle forme A 5x5x20	C 35	
18	1	Roue dentée	C 35	
17	1	Arbre	C60	
16	1	Bague	C30	
15	3	Vis à tête hexagonale ISO 4014 M6-16		
14	2	Roulement à une rangée de billes à contact radial	100Cr6	
13	1	Plateau fixe	C60	
12	1	Ecrou à encoches ISO 2982-24	S 235	
11	3	Douille	C30	
10	1	Plateau intermédiaire	C30	
9	2	Garniture	Férodo	
8	1	Plateau mobile	C 60	
7	3	Vis à tête cylindrique à six pans creux ISO4762 M8-80		
6	2	Clavette parallèle forme A 4x4x16	C35	
5	1	Rondelle plate ISO 10673 type N 6	C35	
4	2	Vis à tête hexagonale ISO 4014 M		
3	1	Bobine		
2	3	Ressort	50CrV4	
1	1	Couvercle	Plastique	
Rep	Nb	Désignation	Matière	Obs.
CONTROLEUR D'ACCES DE PARKING				

Contrôleur d'accès de parking en 3D



Les solutions constructives permettant d'établir un guidage en rotation entre deux pièces mettent en oeuvre des technologies diverses. Elles sont illustrées par le dessin d'ensemble du mécanisme de commande de la lice d'un contrôleur d'accès de parking sur lequel on peut observer un :

- Guidage en rotation par contact direct (zone Z1) ;
- Guidage en rotation par contact indirect:
 - > par interposition de bague de frottement (zone Z2) ;
 - > par interposition d'éléments roulants (zone Z3).

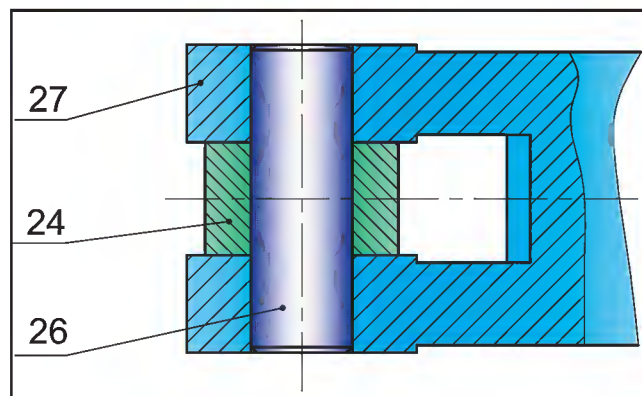
A ces trois solutions, il convient d'en ajouter une autre assurant un guidage en rotation par l'interposition d'un film d'huile. Cette solution ne sera pas étudiée dans ce chapitre.

3- Les solutions constructives

3-1 Guidage par contact direct :

Guidage du croisillon (24) par rapport à la chape (27) (Zone 1 du dessin d'ensemble page 110).

Le guidage en rotation est obtenu par contact direct des surfaces cylindriques arbre par rapport au logement. Des arrêts suppriment les degrés de liberté en translation.

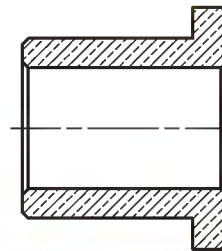
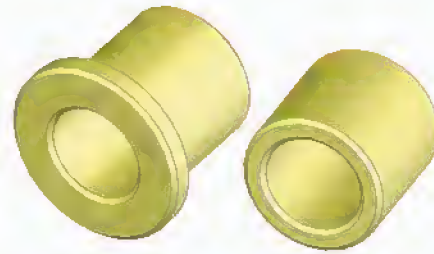
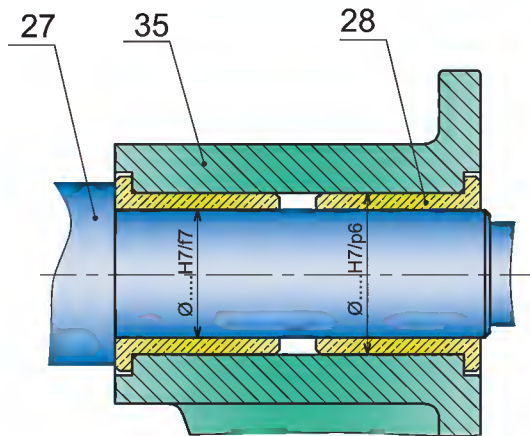


3-2 Guidage par interposition de bagues de frottement :

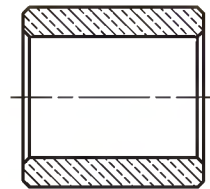
Voir le dessin d'ensemble à la page 110 «zone Z2».

Le principe du contact direct est amélioré en interposant des bagues de frottement (à faible coefficient de frottement) qui permettent de :

- diminuer le frottement ;
- augmenter la durée de vie du guidage en supportant l'usure.



Coussinet à collerette



Coussinet simple

3-3 Guidage par interposition d'éléments roulants

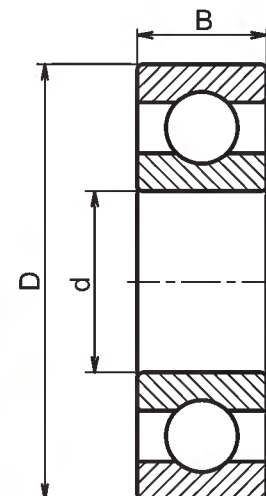
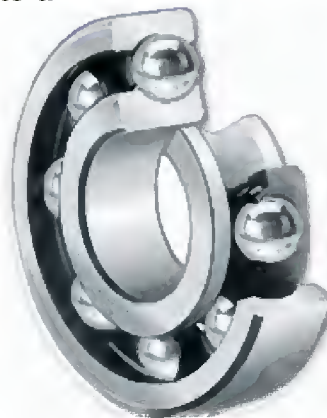
En remplaçant le frottement de glissement par du roulement, on diminue la puissance dissipée par le guidage. Le rendement est alors meilleur.

Pour cela, on place des éléments de roulement (billes, rouleaux ou aiguilles) entre deux bagues. L'une (la bague intérieure) est ajustée sur l'arbre, l'autre (la bague extérieure) est ajustée sur l'alésage.

4- Guidage en rotation par roulement :

Guidage en rotation par roulements à billes à contact radial.

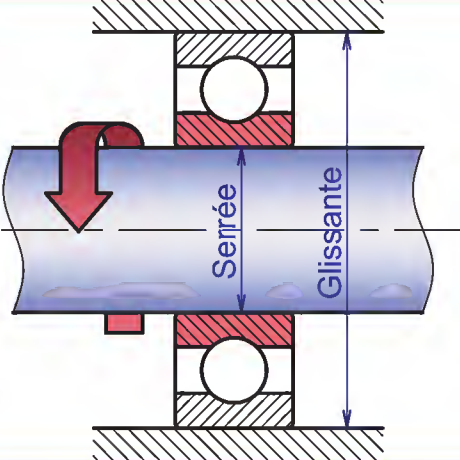
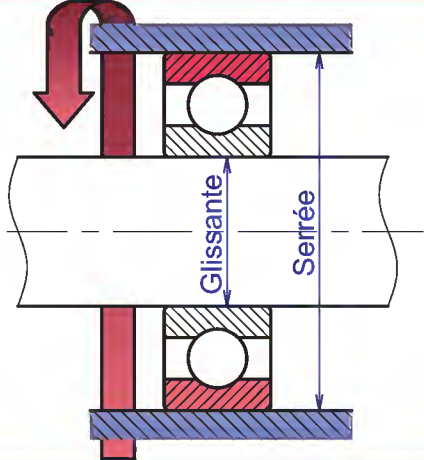
Ce type de roulement supporte des charges radiales et axiales relativement importantes, il exige une bonne coaxialité de l'arbre et des alésages des logements.



4-1 Règles de montage des roulements :

Règle 1

- > La bague **tournante** par rapport à la direction de la charge est montée **serrée** sur sa portée.
- > La bague **fixe** par rapport à la direction de la charge est montée **glissante** (avec jeu) sur sa portée.

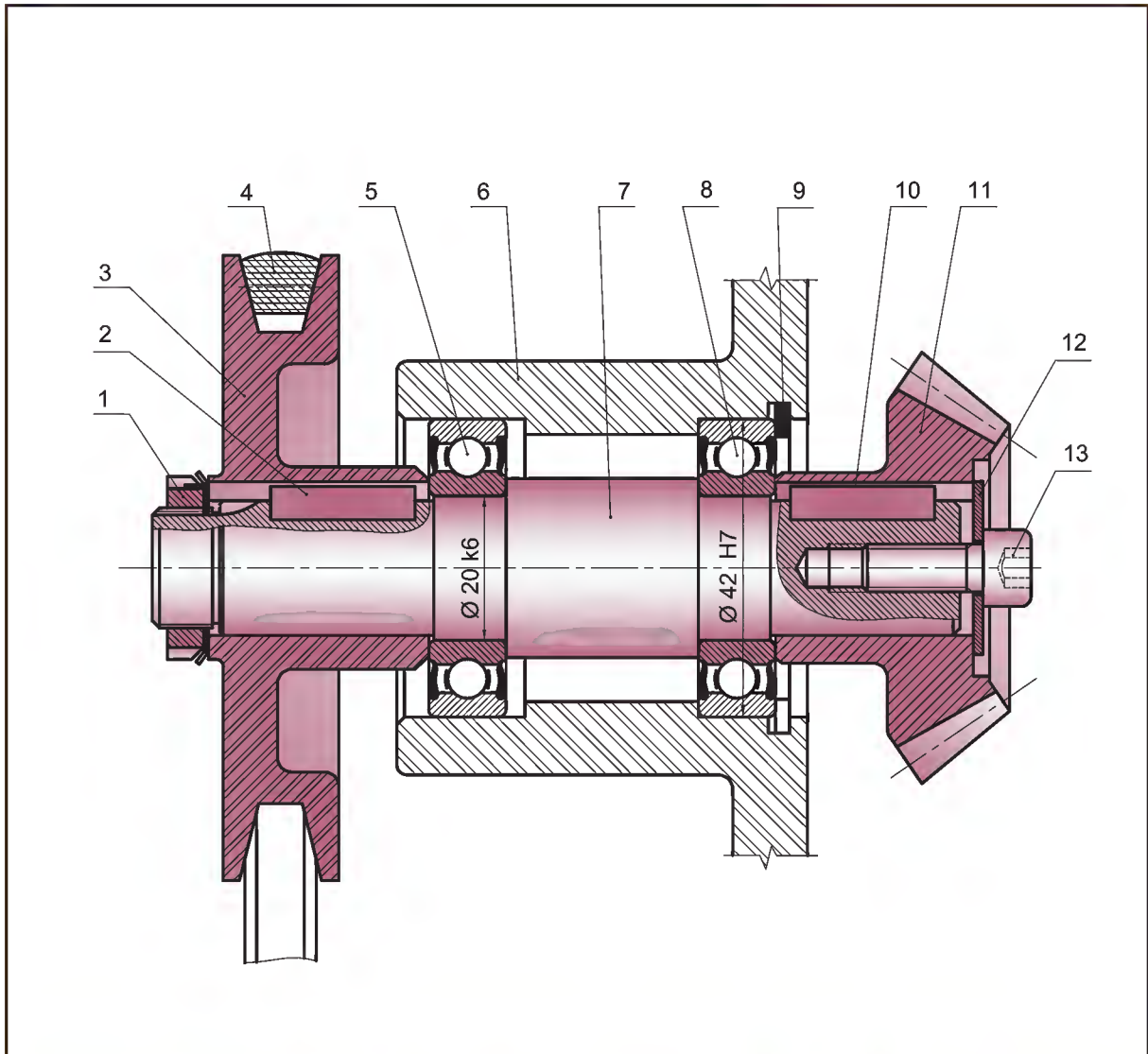
Montage ARBRE TOURNANT	Montage ALESAGE (moyeu) TOURNANT
	
<p>La bague intérieure tournante est montée SERREE La bague extérieure fixe est montée GLISSANTE</p>	<p>La bague intérieure fixe est montée GLISSANTE La bague extérieure tournante est montée SERREE</p>

Règle 2

- > Les bagues montées **serrées** doivent être fixées latéralement ou «épaulées» **des deux côtés**.
- > La fixation latérale des bagues montées avec **jeu** doit :
 - Eliminer toutes les translations possibles de l'arbre par rapport à son logement .
 - Eliminer la translation d'un roulement ou d'une bague séparable sous l'action des charges.
 - Supporter au mieux les charges axiales.

4-2 Exemples de montage :

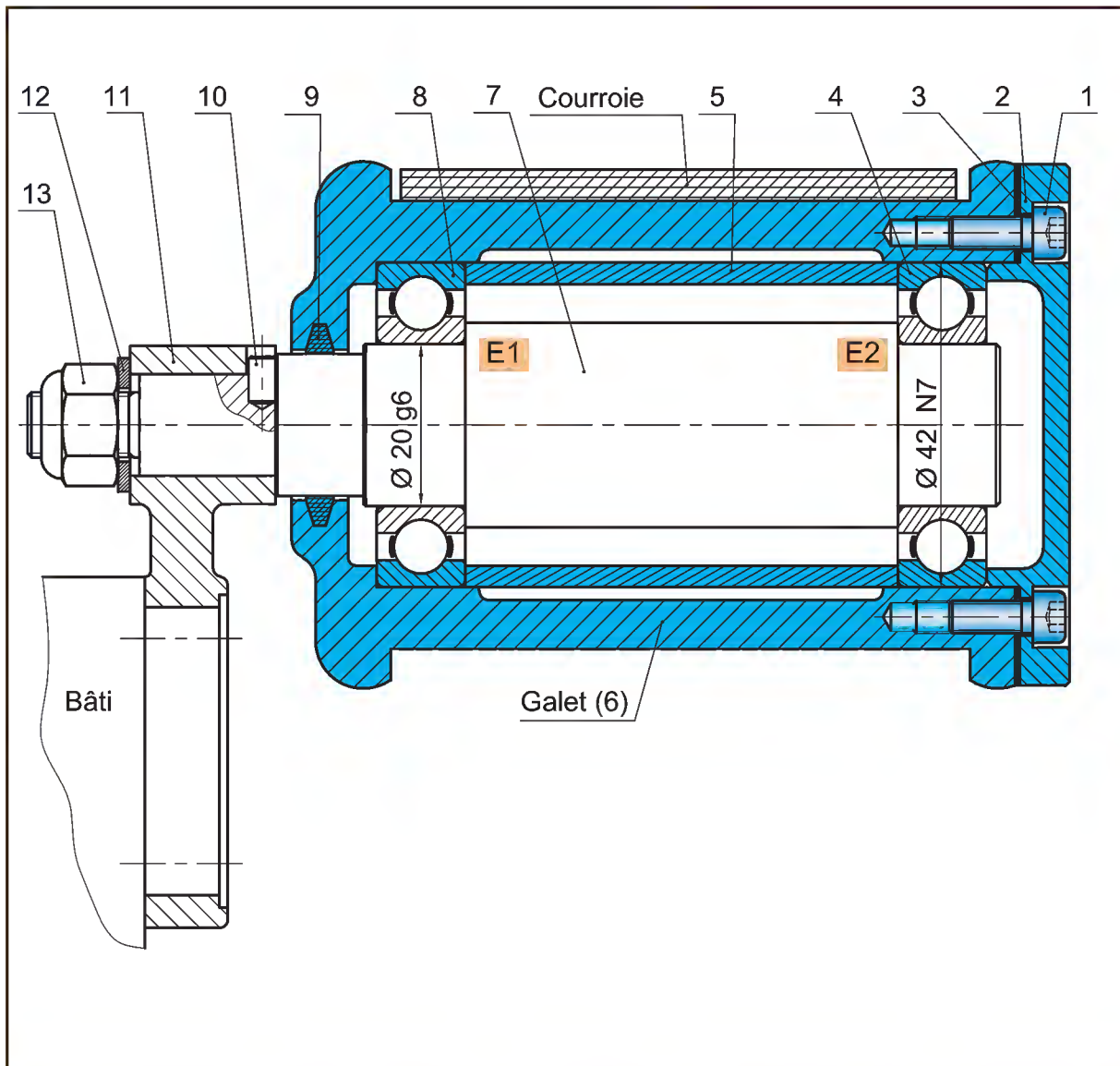
a- Montage arbre tournant : Arbre d'entrée d'un réducteur



Les bagues intérieures sont entraînées en rotation, elles sont montées avec serrage et arrêtées en translation chacune des deux cotés.

Les bagues extérieures sont montées avec jeu. La translation de l'arbre par rapport à son logement est éliminée par les deux obstacles assurant la fixation latérale de la bague extérieure du roulement (8).

b- Montage moyeu tournant : Tendeur de courroie



Les bagues extérieures sont entraînées en rotation, elles sont montées avec serrage et arrêtées en translation chacune des deux cotés.

Les bagues intérieures sont montées avec jeu. La translation axiale du moyeu par rapport à l'arbre (7) est éliminée par les deux épaulements E1 et E2.

Solutions constructives pour la fixation latérale des bagues d'un roulement

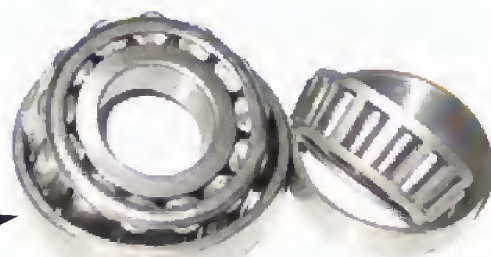
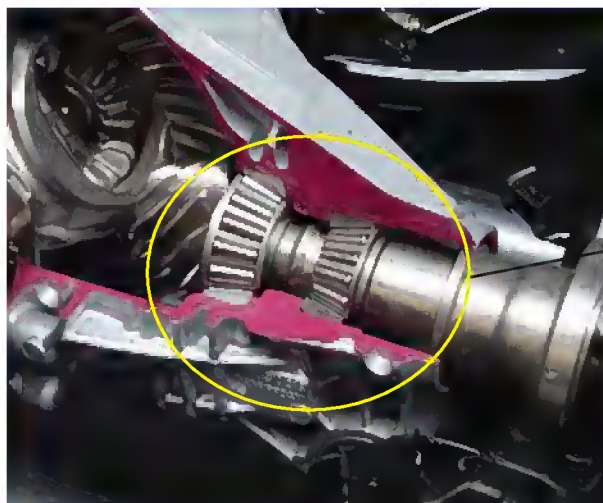
<ul style="list-style-type: none"> ☞ Arrêt axial par épaulement usiné dans le logement. ☞ Arrêt axial de la bague extérieure par couvercle centré maintenu par des vis. ☞ Arrêt axial de la bague intérieure par écrou à encoches et rondelle frein. ☞ Arrêt axial par épaulement usiné sur l'arbre. 	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Arrêt axial par épaulement usiné dans le logement ☞ Arrêt axial par épaulement usiné sur l'arbre. ☞ Arrêt axial de la bague intérieure par entretoise. 	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Arrêt axial par épaulement usiné dans le logement. ☞ Arrêt axial de la bague extérieure par anneau élastique pour alésage. ☞ Arrêt axial de la bague intérieure par anneau élastique pour arbre. ☞ Arrêt axial par épaulement usiné sur l'arbre.

Exemple de composants standards utilisés comme obstacle

<p>Anneau élastique pour arbre</p>	<p>Anneau élastique pour alésage</p>	<p>Écrou à encoches et rondelle frein</p>

Développement de connaissances

**GUIDAGE EN ROTATION
PAR DES ROULEMENTS À CONTACTS OBLIQUES**



Roulement à rouleaux coniques

Guidage en rotation d'un arbre de transmission d'un véhicule

1- Caractéristiques

Ces roulements supportent des charges axiales relativement importantes dans un seul sens et des charges axiales et radiales combinées.

		Représentations			
		Complète	Simplifiée	Complète	Simplifiée
Roulement à rouleaux coniques			Roulement à une rangée de billes, à contact oblique		

Du fait de leur structure particulière, ces roulements doivent être montés par paire et en opposition. Ils travaillent en opposition mutuelle. Ils offrent la possibilité de régler le jeu de fonctionnement par translation axiale relative entre les deux bagues.

2- Montage

2-1 Montage DIRECT ou montage en « X »

Montage appelé en « X » car les perpendiculaires aux chemins de roulement dessinent un « X »

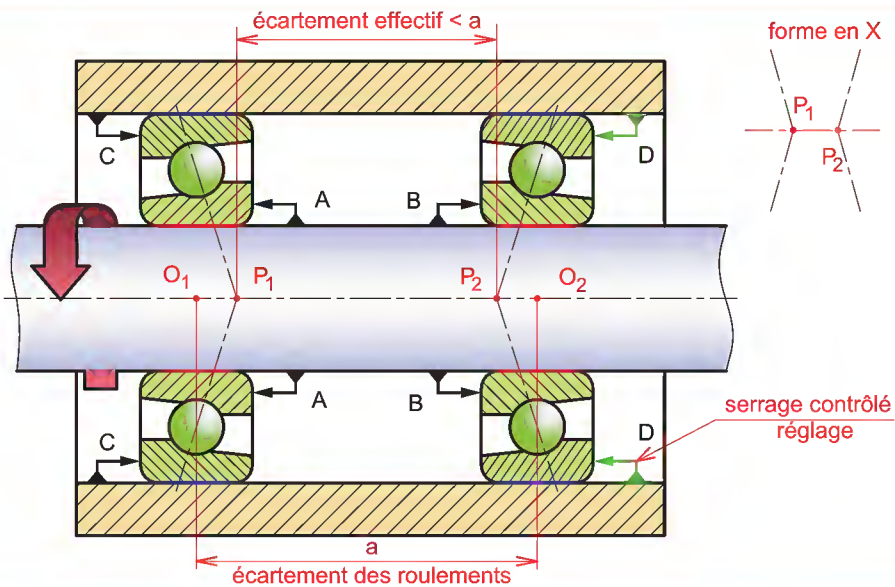
Ce type de montage est utilisé :

- ☞ habituellement dans le cas des arbres tournants avec organes de transmission (engrenages,..) situés entre les roulements.

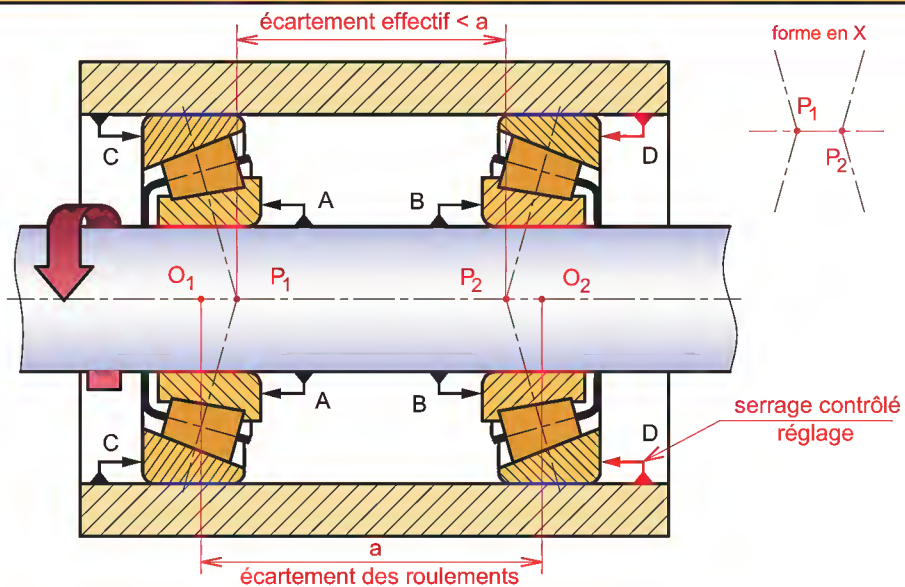
- ☞ lorsque l'écart entre les deux roulements est faible.

Le réglage du jeu interne est réalisé sur les bagues extérieures. Les dilatations de l'arbre ayant tendance à charger un peu plus les roulements, cela tend à diminuer le jeu interne.

Montage en « X » du roulement à une rangée de billes, à contact oblique

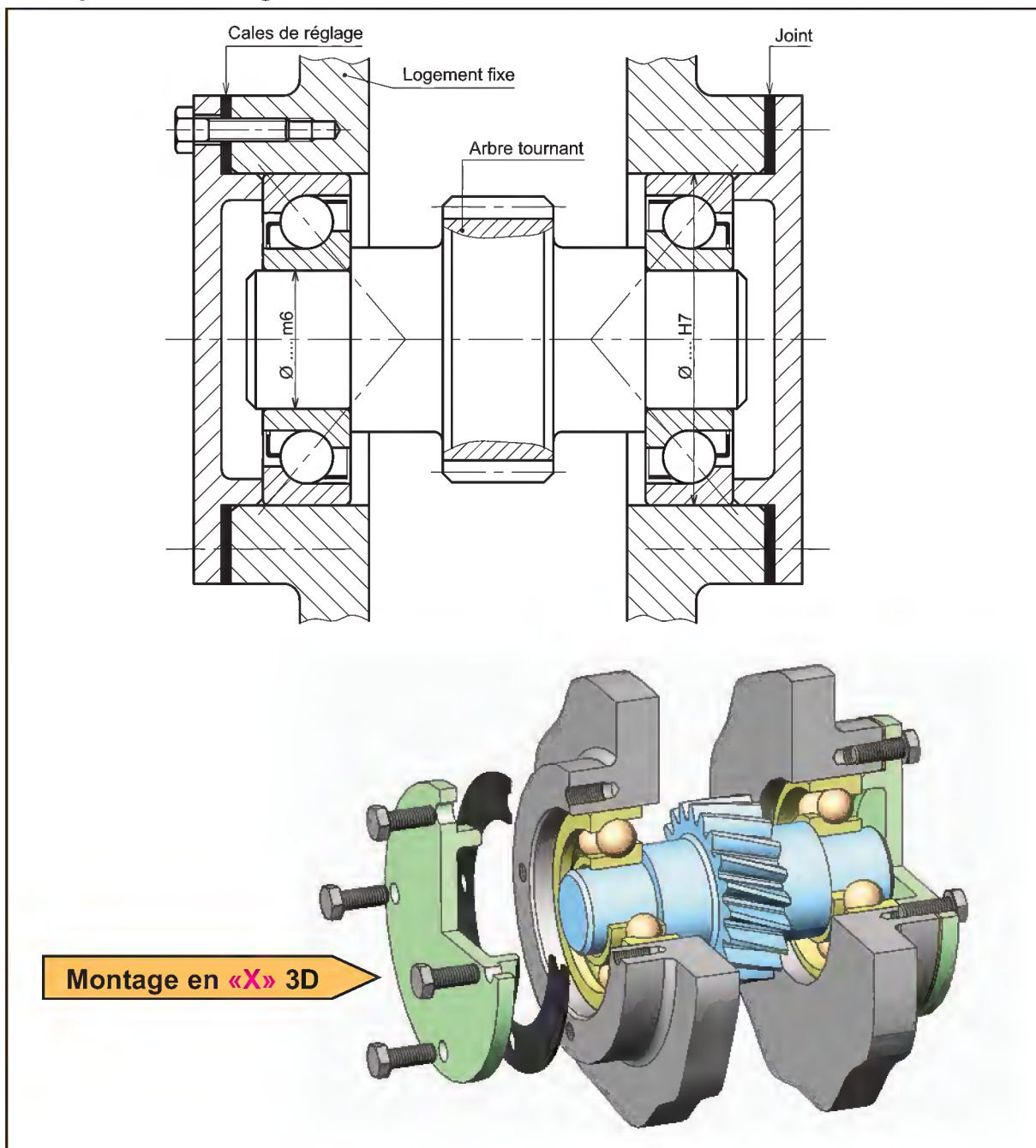


Montage en « X » du roulement à rouleaux coniques



Fixation latérale des bagues	Ajustements
Les bagues intérieures avec l'arbre : Obstacles A et B	Les bagues intérieures tournantes sont montées SERREES . Tolérance de l'arbre : m6
Les bagues extérieures avec le moyeu : Obstacle C et réglage axial du jeu du fonctionnement en D	Les bagues extérieures fixes sont montées GLISSANTES . Tolérance de l'alésage : H7

Exemple de montage en «X»



2-2 Montage INDIRECT ou montage en «O»

Montage appelé en «O» car les perpendiculaires aux chemins de roulement dessinent un «O»

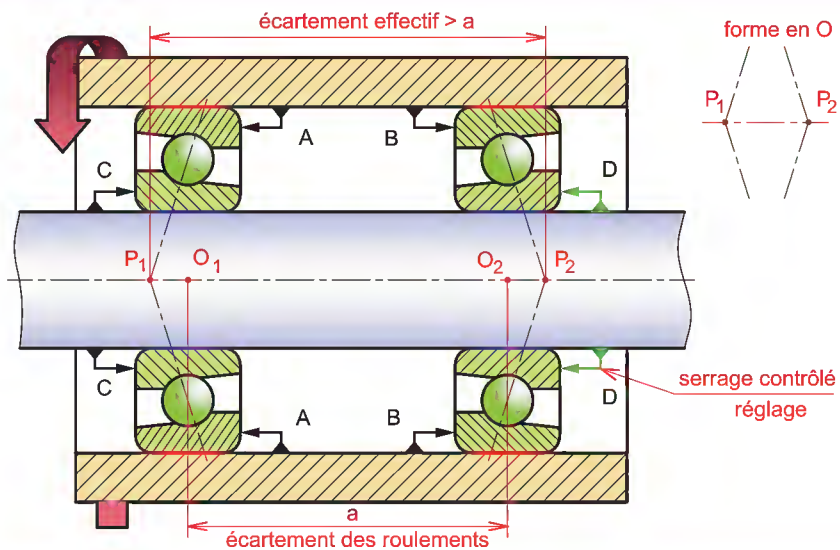
Ce type de montage est à privilégier lorsque :

- ☞ les moyeux sont tournants.
- ☞ on recherche une grande rigidité d'ensemble de la liaison.
- ☞ l'écart entre les deux roulements est important

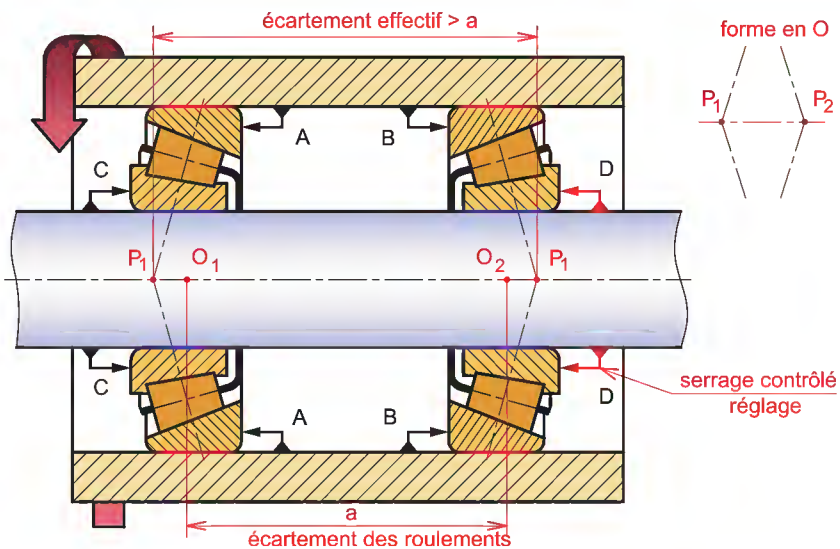
Le réglage du jeu interne est réalisé sur les bagues intérieures.

Les dilatations de l'arbre ayant tendance à diminuer la charge sur les roulements, cela tend à augmenter le jeu interne.

Montage en «O» du roulement à une rangée de billes, à contact oblique

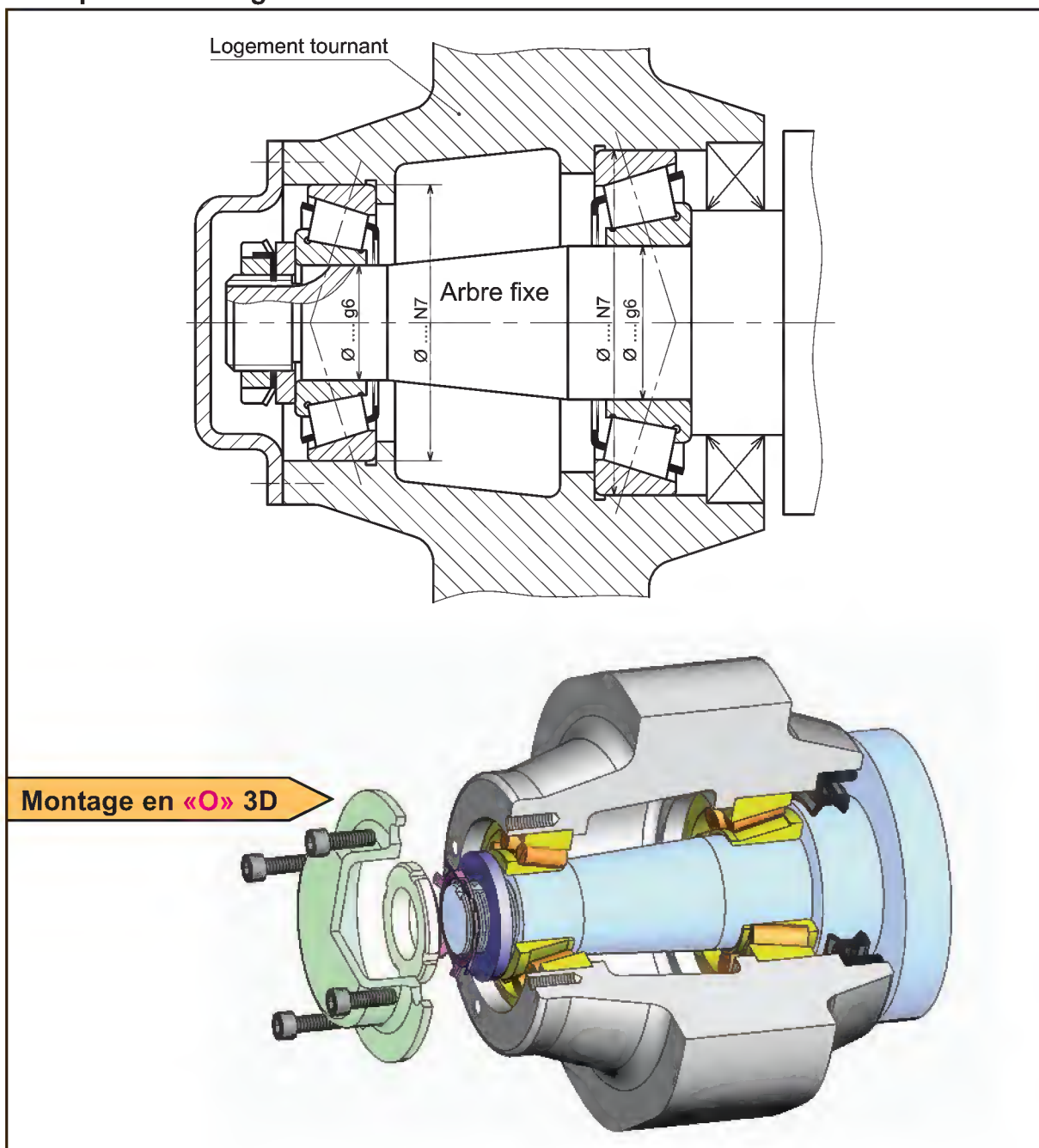


Montage en «O» du roulement à rouleaux coniques



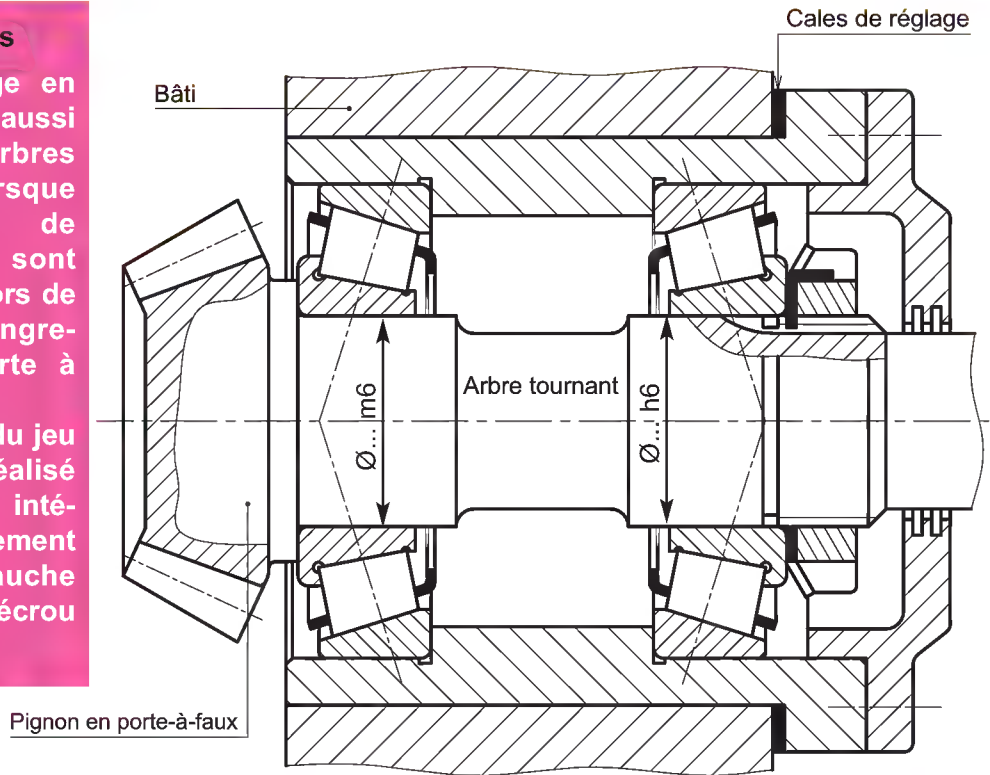
Fixation latérale des bagues	Ajustements
Les bagues intérieures avec l'arbre : Obstacle C et réglage axial du jeu du fonctionnement en D	Les bagues intérieures fixes sont montées GLISSANTES . Tolérance de l'arbre : g6
Les bagues extérieures avec le moyeu : Obstacles A et B	Les bagues extérieures tournantes sont montées SERREES . Tolérance de l'alésage : N7

Exemple de montage en «O»



Remarques

- 1) Le montage en «O» s'emploie aussi avec les arbres tournants lorsque les organes de transmission sont situés en dehors de la liaison (engrenages en porte à faux).
- 2) Le réglage du jeu interne est réalisé sur la bague intérieure du roulement qui est à gauche ($\varnothing \dots h6$) par l'écrou à encoches.



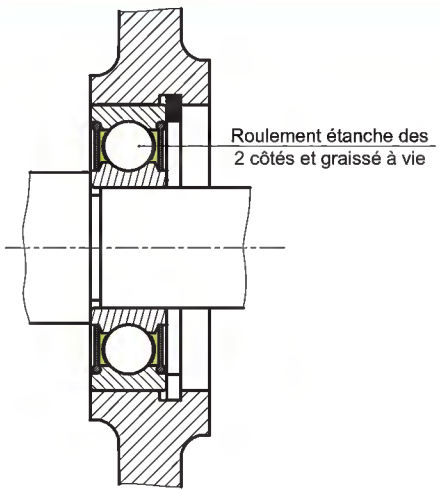
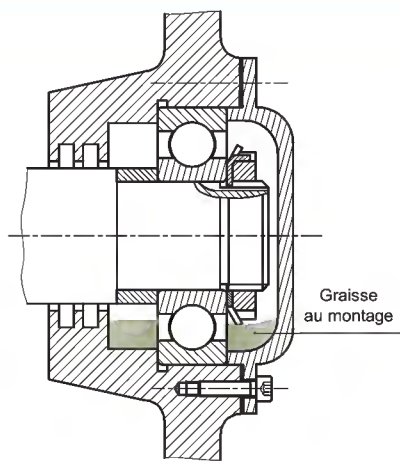
2-3 Tolérancement des portées des roulements

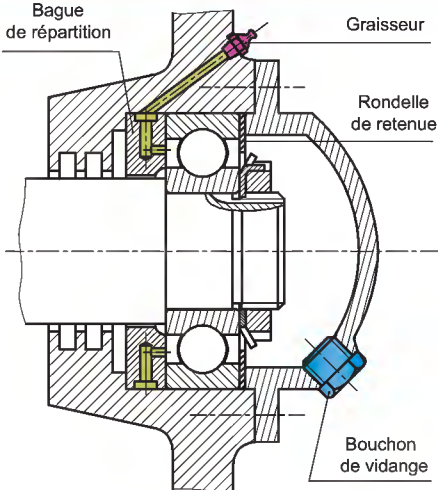
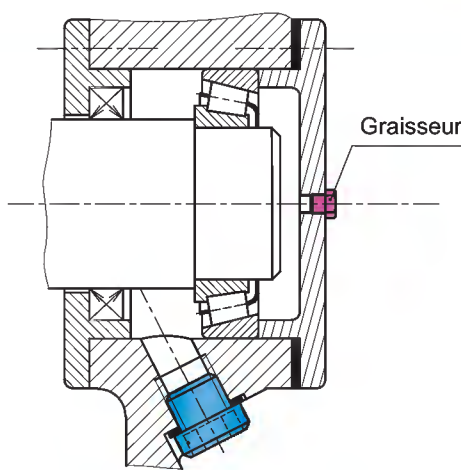
TOLERANCES POUR LES ARBRES				TOLERANCES POUR LES ALESAGES			
Conditions d'emploi	Charge	Tolérance	Observations	Conditions d'emploi	Charge	Tolérance	Observations
Bague intérieure fixe par rapport à la direction de la charge	Constante	g6	La bague intérieure peut coulisser sur l'arbre	Bague extérieure tournante par rapport à la direction de la charge	Importante avec chocs	P7	La bague extérieure ne peut pas coulisser dans l'alésage
	Variable	h6			Normale ou importante	N7	
Faible et variable			N7				
Bague intérieure tournante par rapport à la direction de la charge, ou direction de charge non définie	Faible et variable	h5 j5-j6	La bague intérieure est ajustée avec serrage sur l'arbre. A partir de m5 utiliser des roulements avec un jeu interne augmenté	Direction de charge non définie.	Importante ou normale	K7	La bague extérieure peut coulisser dans l'alésage
	Normale	k5-k6		Bague extérieure fixe par rapport à la direction de la charge	Importante avec chocs	J7	
	Importante	m5-m6			Normale	H7	
	Importante avec chocs	n6 p6		Normale (mécanique ordinaire)	H8		

3- Lubrification des roulements

3-1 Lubrification à la graisse :

Elle protège les roulements contre la corrosion, assure une certaine étanchéité en s'opposant à l'entrée des impuretés et permet un démarrage doux.

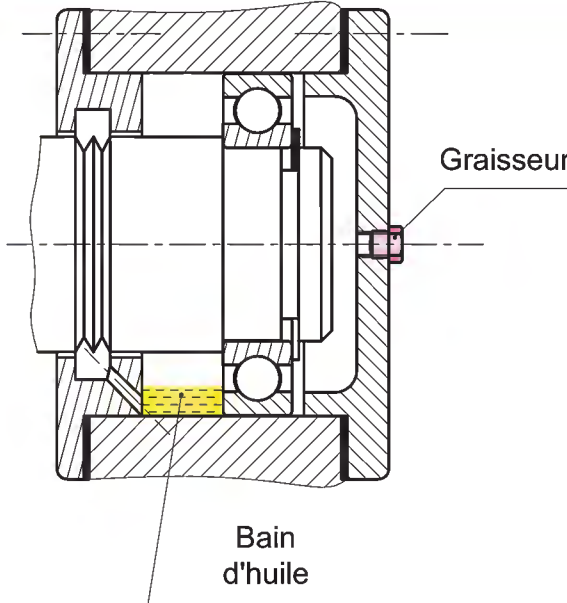
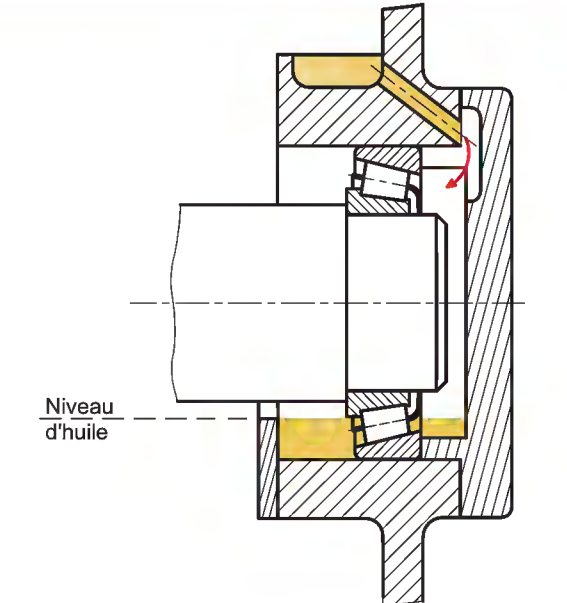
Graissage à vie	Graissage au montage
 <p>Roulement étanche des 2 côtés et graissé à vie</p>	 <p>Graisse au montage</p>
<p>Graissage à vie pour plusieurs années: Ce mode de graissage convient pour des appareils domestiques, des petits moteurs électriques, etc.</p>	<p>Le graissage est effectué au montage ou lors des révisions d'entretien. Un dispositif de graissage est inutile.</p>

Graissage par graisseur	
 <p>Bague de répartition Graisseur Rondelle de retenue Bouchon de vidange</p>	 <p>Graisseur</p>
<p>On prévoit un dispositif de "graissage". Il permet à la graisse de déboucher de préférence à la partie inférieure du roulement.</p> <p>On prévoit un logement pour la graisse usagée et la possibilité de l'évacuer après plusieurs graissages.</p>	<p>Pour les roulements à rouleaux coniques, l'arrivée de la graisse se fait du côté du petit diamètre des galets. On assure ainsi une circulation automatique de la graisse, sous l'effet de pompage, due aux surfaces coniques du roulements.</p>

3-2 Lubrification à l'huile :

La lubrification à l'huile est utilisée dans les cas suivants :

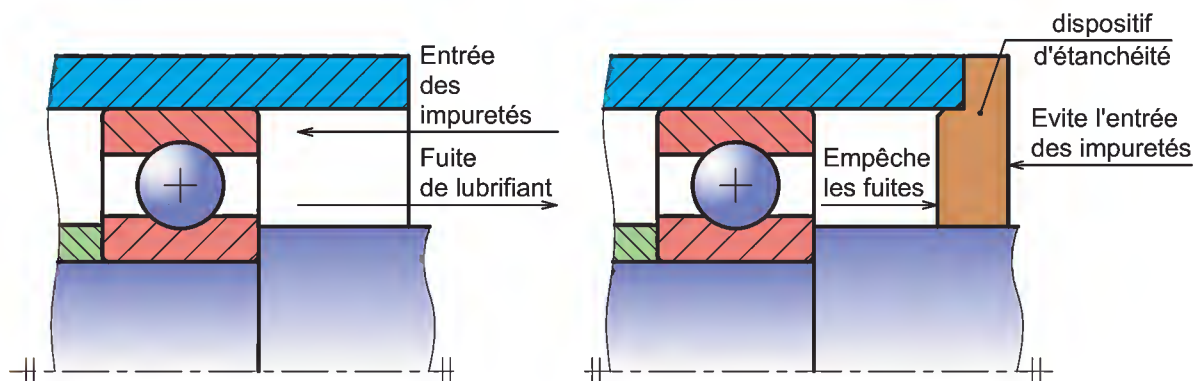
- * vitesse très élevée;
- * paliers très chargés;
- * température très élevée.

Lubrification par bain d'huile	Lubrification par projection d'huile
 <p style="text-align: center;">Bain d'huile</p>	 <p style="text-align: center;">Niveau d'huile</p>
<p>Pour éviter un échauffement trop important des paliers, on limite le niveau d'huile au voisinage du centre de l'élément roulant le plus bas</p>	<p>Des organes mécaniques en mouvement se chargent d'huile par «barbotage» dans un carter. Sous l'action de la force centrifuge, l'huile est soit projetée directement sur les roulements, soit recueillie dans un larmier qui amène l'huile aux roulements.</p>

4- Étanchéité des roulements :

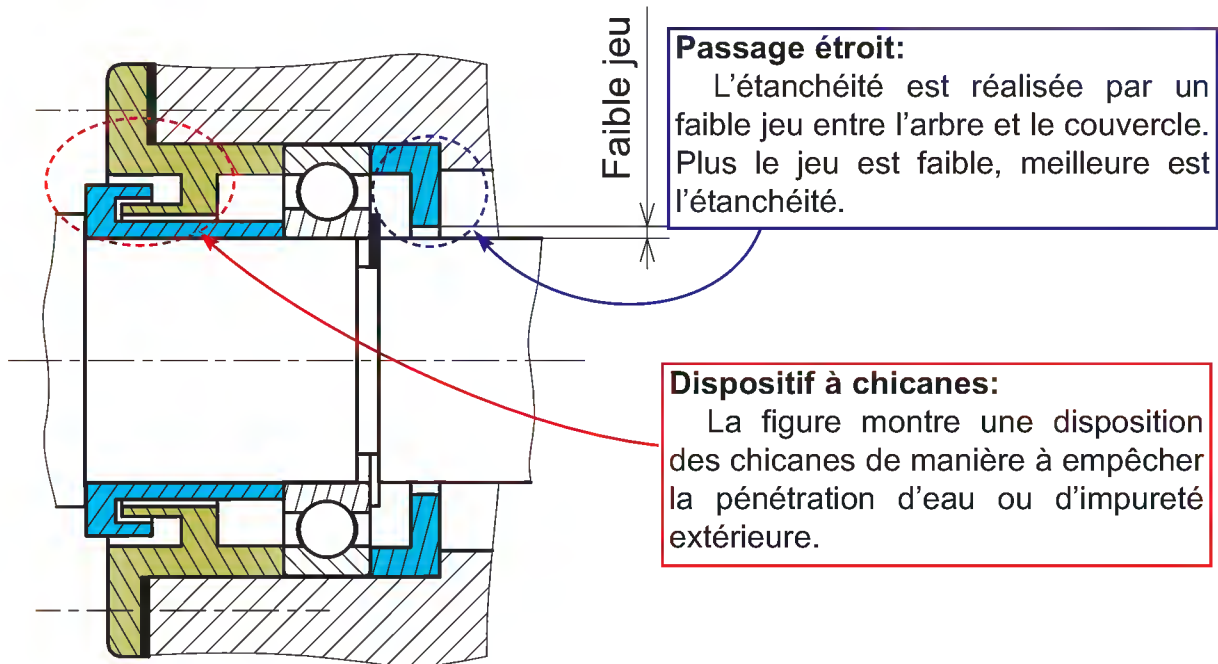
Pour fonctionner correctement, les roulements doivent être protégés des substances granuleuses dures (poussière, sable), de l'eau...

Le dispositif d'étanchéité empêche la fuite du lubrifiant.



4-1 Principaux dispositifs d'étanchéité :

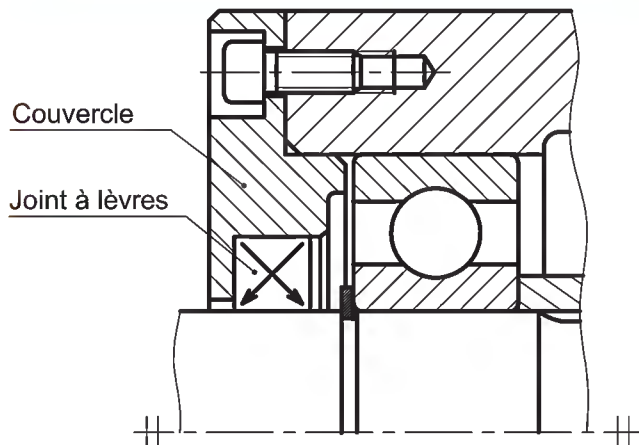
a- Dispositifs sans frottement pour lubrification à la graisse :



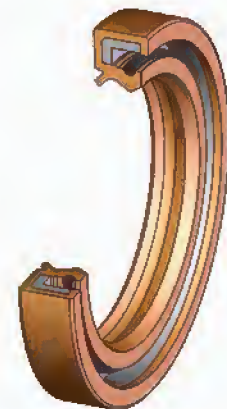
b- Dispositifs avec frottement pour lubrification à la graisse ou à l'huile :

Joint à lèvres à frottement radial :

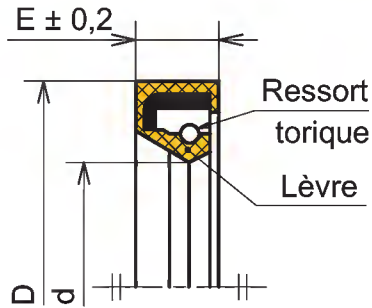
Exemple de montage d'un joint à lèvres



Joint à lèvres

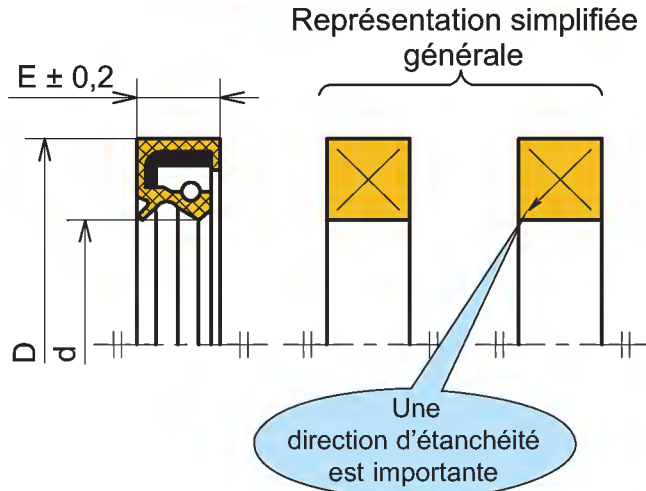


Joint à une seule lèvre (Type A)



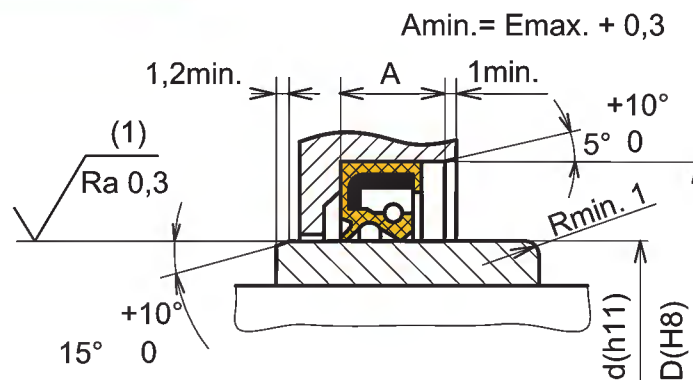
Ils assurent une étanchéité dans un seul sens par contact sur l'arbre.

Joint à deux lèvres (Type AS)



Ils assurent une étanchéité dans un seul sens avec, en plus, une protection dite « anti-poussière » dans l'autre sens.

Conditions de montage



(1) Sans stries hélicoïdales

Consolidation des connaissances

Système : Tambour Moteur

1- Mise en situation :

Le dessin d'ensemble de la page suivante représente le tambour moteur d'un convoyeur à bande d'une chaîne de conditionnement de produit agricole.

2- Fonctionnement : (voir dessin d'ensemble page suivante).

Le mouvement de rotation de l'arbre moteur (8) est transmis à la couronne à denture intérieure (5) par l'intermédiaire de la roue dentée (21) et du pignon (25) qui sont encastrés sur l'arbre intermédiaire (27). La couronne dentée (5), encastrée sur le tambour (7) entraîne celui-ci en rotation.



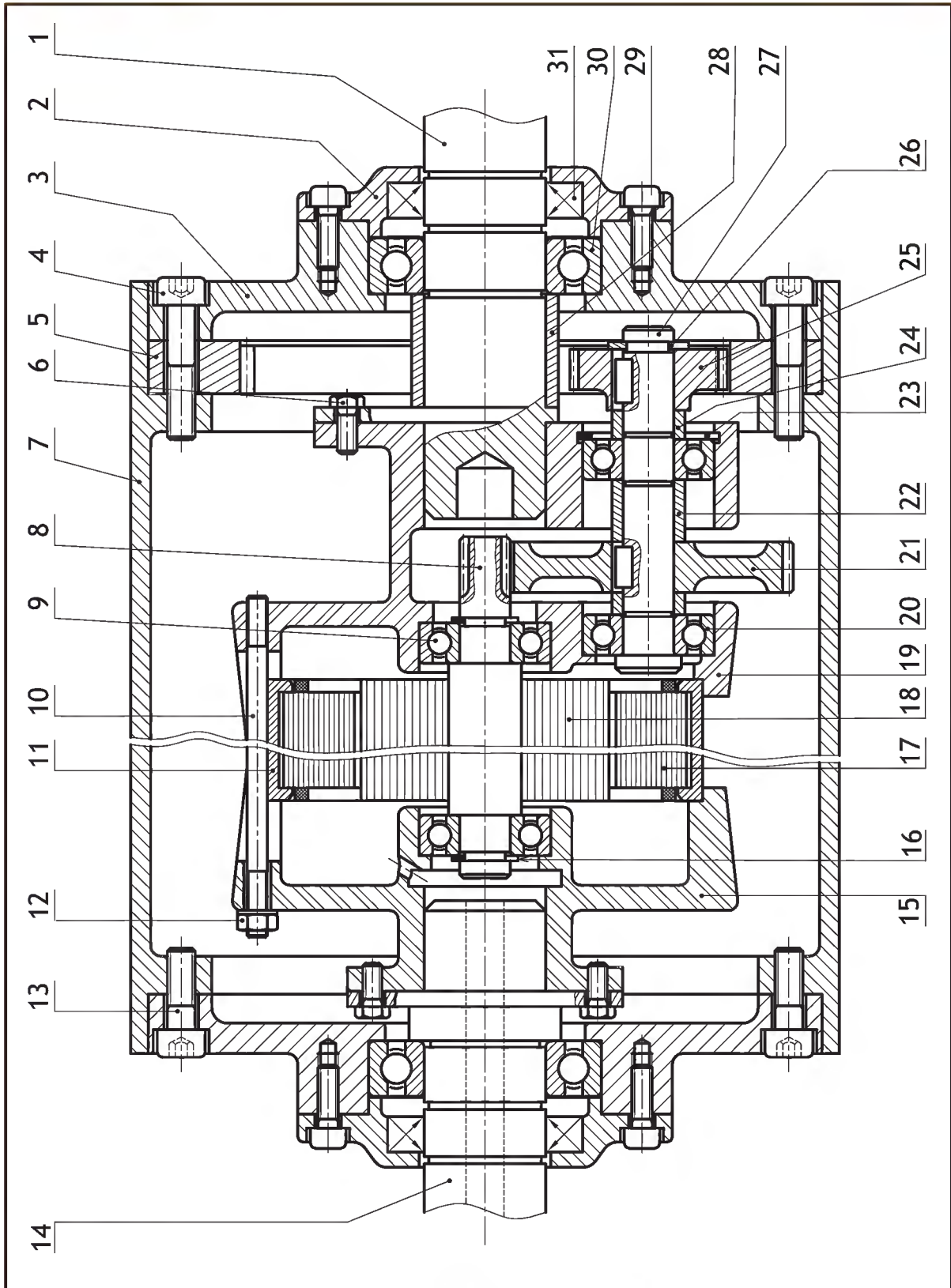
3- Travail demandé :

3-1 Etude cinématique :

En se référant au dessin d'ensemble du tambour page suivante :

- a- Colorier les pièces tournantes .
- b- Compléter la formation des classes d'équivalences et le graphe des liaisons.

Classes d'équivalences	Graphe des liaisons
A = {2,3,4,5,7,13,29,BE ₃₀ ,31}	
B = {1,6,10,11,.....}	
C = {8,.....}	
D = {26,27,.....}	
BE : Bague extérieure	
BI : Bague intérieure	

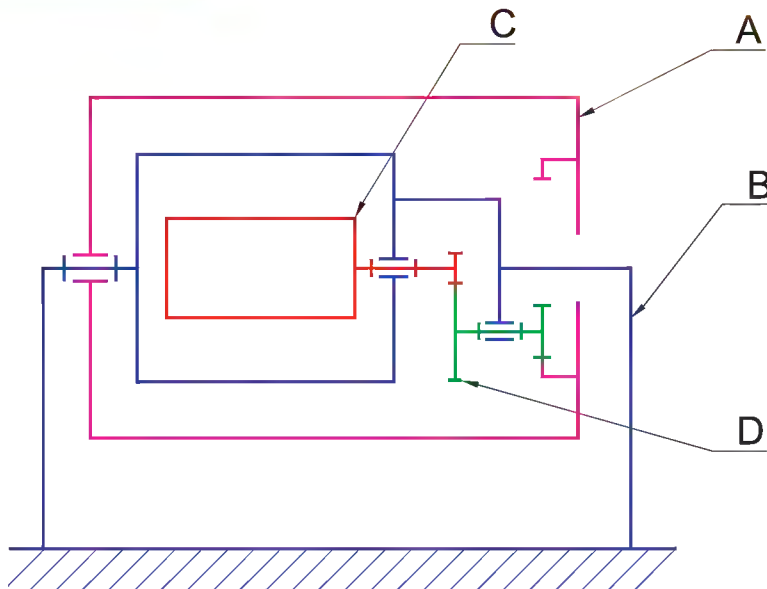


Echelle 1:1

TAMBOUR MOTEUR

31	2	Joint à lèvres		
30	2	Roulement à une rangée de billes à contact radial	100 Cr 6	
29	8	Vis à tête cylindrique à six pans creux ISO 4762		
28	1	Bague	C 35	
27	1	Arbre intermédiaire	C 35	
26	1	Anneau élastique pour arbre 10 x1	C 60	
25	1	Pignon	C 35	
24	2	Bague	C 35	
23	1	Anneau élastique pour alésage 20 x 1	C 60	
22	1	Bague	C 35	
21	1	Roue dentée	C 35	
20	2	Roulement à une rangée de billes à contact radial	100 Cr 6	
19	1	Carter du réducteur	EN-AW-2017	
18	1	Rotor		
17	1	Stator		
16	2	Anneau élastique pour arbre 8 x1	C 60	
15	1	Carter du réducteur	EN-AW-2017	
14	1	Axe support	C 60	
13	4	Vis à tête cylindrique à six pans creux ISO 4762		
12	3	Ecrou hexagonal		
11	1	Bague entretoise	C 35	
10	3	Tirant	S235	
9	2	Roulement à une rangée de billes à contact radial	100 Cr 6	
8	1	Arbre moteur	C 60	
7	1	Tambour	EN-GJL-200	
6	7	Vis à tête hexagonale ISO 4014		
5	1	Couronne à denture intérieure	C 35	
4	4	Vis à tête cylindrique à six pans creux ISO 4762		
3	2	Boîtier	EN-GJL -200	
2	2	Couvercle	EN-GJL -200	
1	1	Axe support	C60	
Rep	Nb	Désignation	Matière	Obs
TAMBOUR MOTEUR				

Schéma cinématique



3-2 Calcul de prédétermination

En se référant aux :

- schéma cinématique ci-dessus.
- dessin d'ensemble du tambour moteur.

et sachant que :

- Les nombres de dents : $Z_8 = 16$ dents ; $Z_{21} = 88$ dents ; $Z_{25} = 32$ dents ;
 $Z_5 = 100$ dents
- Vitesse de rotation du moteur (M1) : $N_m = 1200$ tr/min.
- Diamètre du tambour (20) : $D = 112$ mm.

a- Calculer le rapport de réduction (r) entre l'arbre moteur et le tambour (7).

.....

b- Calculer la vitesse de rotation du tambour (7).

.....

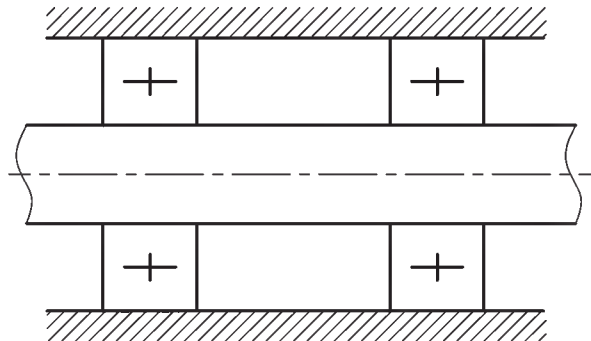
c- Calculer la vitesse de translation des boîtes transférées par le tapis roulant.

.....

3-3 Guidage de l'arbre (8) :

L'arbre (8) est guidé en rotation par les roulements (9).

- a- De quel type de roulement s'agit il ?
- b- Sur le schéma ci-dessous, indiquer l'emplacement des arrêts en translation des bagues intérieures et extérieures par des petits rectangles pleins.



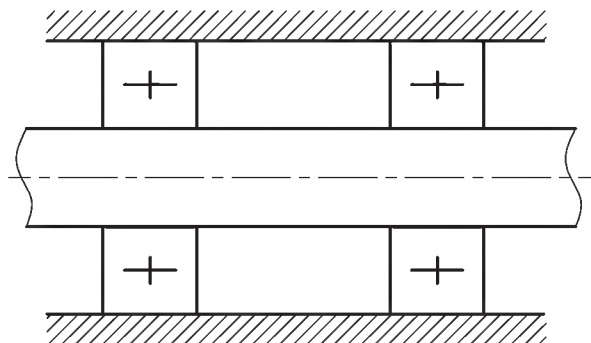
- c- Le montage de ces roulements est-il à arbre tournant ou à moyeu tournant ?
.....

- d- En tenant compte des règles de montage des roulements, quelles sont :
- les bagues montées avec serrage ?
 - les bagues montées avec jeu ?

3-4 Guidage en rotation du tambour.

Le tambour (7) est guidé en rotation par les roulements (30).

- a- Sur le schéma ci-dessous, indiquer l'emplacement des arrêts en translation des bagues intérieures et extérieures.



- b- Le montage de ces roulements est-il à arbre tournant ou à moyeu tournant ?
.....

- c- En tenant compte des règles de montage des roulements, quelles sont :
- les bagues montées avec serrage ?
 - les bagues montées avec jeu ?

d- Par quoi est assurée l'étanchéité du tambour ?

.....

e- La lubrification des roulements est-elle assurée par :

- l'huile?

- la graisse?

Justifier votre réponse:

.....

3-5 Modification d'une solution :

Guidage de l'arbre intermédiaire (34)

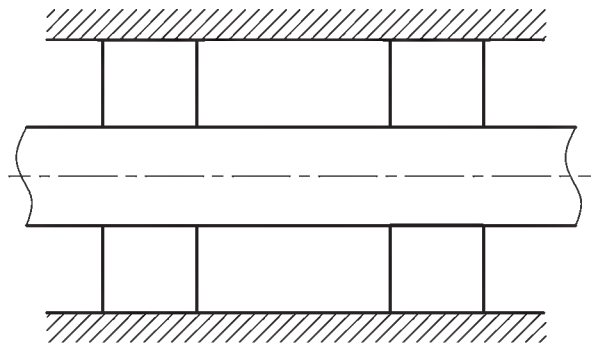
L'engrenage (8)-(21) étant à denture hélicoïdale, pour mieux encaisser les efforts axiaux qui en résultent, on se propose de remplacer les deux roulements à une rangée de billes à contact radial (20) par deux roulements à une rangée de billes à contact oblique (R1) et (R2).

a- Quel type de montage faut-il adopter ?

- Montage en «X»

- Montage en «O»

b- Compléter le schéma ci-dessous en indiquant le symbole des roulements et l'emplacement des arrêts en translation des bagues intérieures et extérieures.



c- En tenant compte des règles de montage des roulements quelles sont :

• les bagues montées avec serrage ?

• les bagues montées avec jeu ?

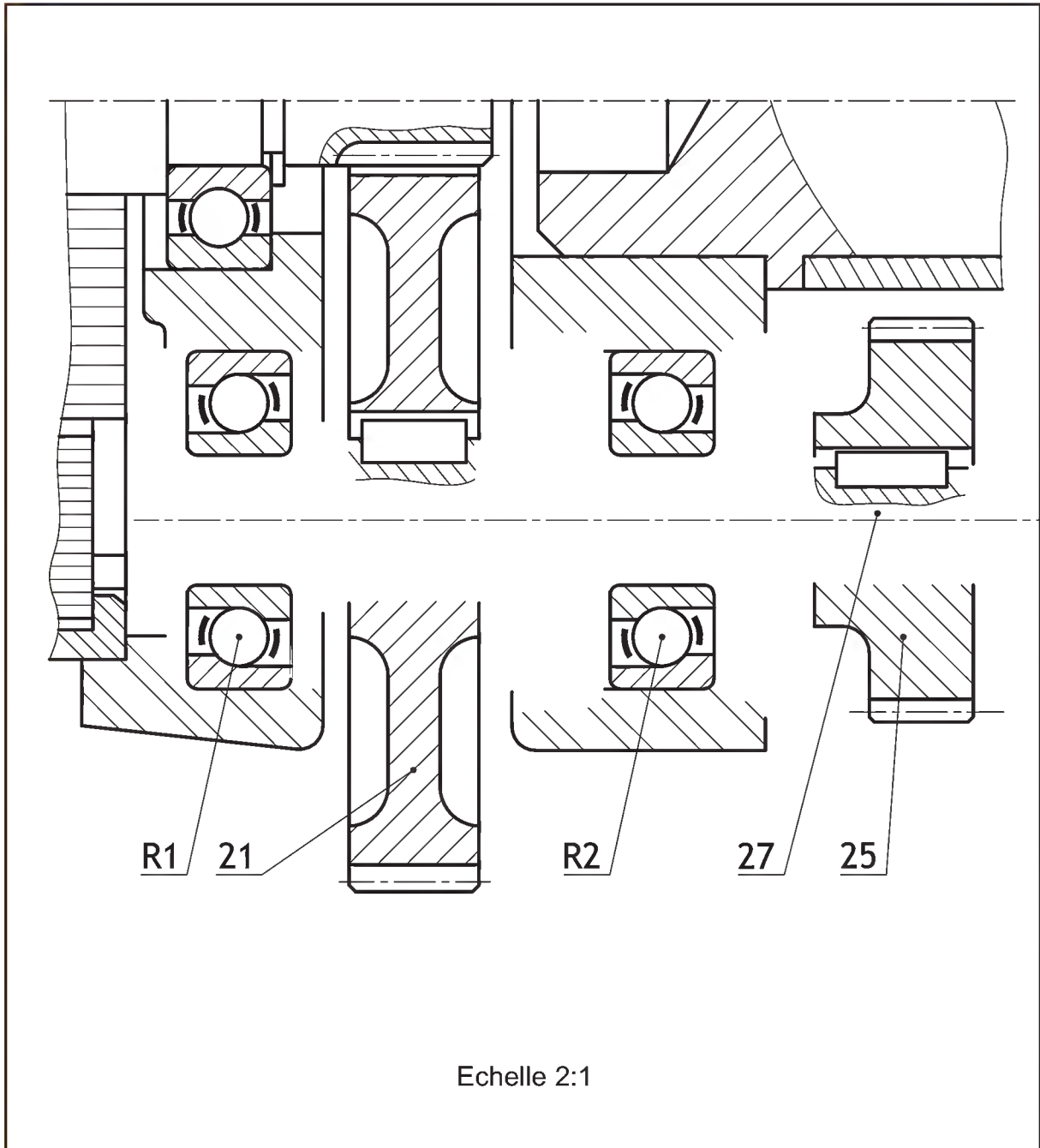
d- Le réglage du jeu de fonctionnement sera fait sur l'une des bagues :

• Intérieures

• Extérieures

e- Etude graphique :

- Réaliser le montage de ces roulements.
- Compléter la représentation de l'encastrement de la roue dentée (21).
- Compléter la représentation de l'encastrement du pignon (25) en remplaçant l'anneau élastique (26) par un écrou à encoches et une rondelle frein.
- Indiquer les ajustements nécessaires au fonctionnement correct.



Corrigé

3-1 Etude cinématique :

Classes d'équivalences	Graphe des liaisons
<p>A = {2,3,4,5,7,13,29,BE₃₀,31}</p> <p>B = {1,6,10,11,12,19,15,23,17}</p> <p>C = {8,BI₉,16,18}</p> <p>D = {26,27,21,22,24,25,BI₂₀}</p> <p>BE : Bague extérieure</p> <p>BI : Bague intérieure</p>	

3-2 Calcul de prédétermination

Considérons le réducteur à engrenages représenté par :

– le schéma ci-dessus.

– le dessin d'ensemble du tambour moteur.

on donne :

– Les nombres de dents : **Z₈** = 16dents ; **Z₂₁** = 88dents ; **Z₂₅** = 32dents ;
Z₅ = 100dents

– Vitesse de rotation du moteur (M1) : **N_m** = 1200 tr/min.

– Diamètre du tambour (7) : **D** = 112mm.

a- Calculer le rapport de réduction (r) entre l'arbre moteur et le tambour (7).

$$r = \frac{Z_8}{Z_{21}} \times \frac{Z_{25}}{Z_5} = \frac{16 \times 32}{100 \times 88} = 0,058$$

b- Calculer la vitesse de rotation du tambour (7).

$$r = \frac{N_7}{N_m} \Rightarrow N_7 = r \cdot N_m = 0,058 \times 1200 \Rightarrow N_7 = 69,81 \text{ tr/min}$$

c- Calculer la vitesse de translation des boîtes transférées par le tapis roulant.

$$V = \omega_7 \cdot \frac{D}{2} \Rightarrow V = \frac{\pi \cdot N_7}{30} \cdot \frac{D}{2} = \frac{\pi \cdot N_7 \cdot D}{60} = \frac{\pi \times 69,81 \times 112 \times 10^{-3}}{60}$$

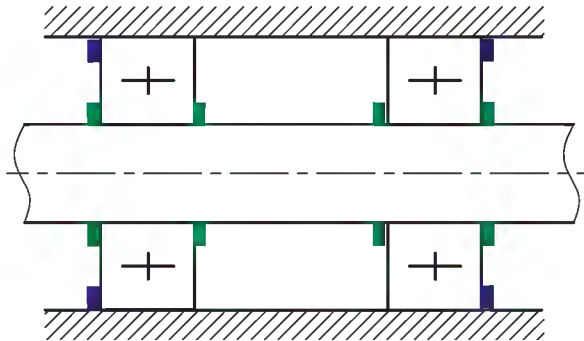
$$V = 0,4 \text{ m/s}$$

3-3 Guidage de l'arbre (8) :

L'arbre (8) est guidé en rotation par les roulements (9).

a- De quel type de roulement s'agit-il ? *Roulement à une rangée de billes, à contact radial.*

b- Sur le schéma ci-dessous, indiquer l'emplacement des arrêts en translation des bagues intérieures et extérieures par des petits rectangles pleins.



c- Le montage de ces roulements est-il à arbre tournant ou à moyeu tournant ?

Arbre tournant

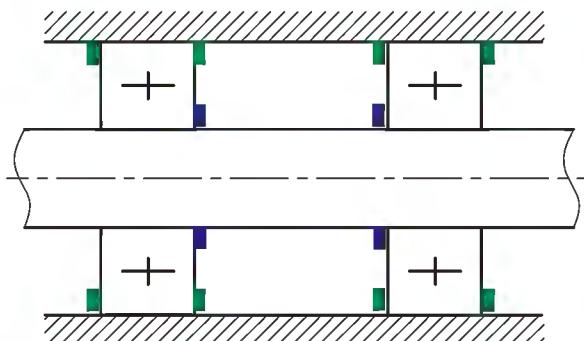
d- En tenant compte des règles de montage des roulements, quelles sont :

- les bagues montées avec serrage ? *Bagues intérieures*
- les bagues montées avec jeu ? *Bagues extérieures*

3-4 Guidage en rotation du tambour.

Le tambour (7) est guidé en rotation par les roulements (30).

a- Sur le schéma ci-dessous, indiquer l'emplacement des arrêts en translation des bagues intérieures et extérieures.



b- Le montage de ces roulements est-il à arbre tournant ou à moyeu tournant ?

Moyeu tournant

c- En tenant compte des règles de montage des roulements, quelles sont :

- les bagues montées avec serrage ? *Bagues extérieures*
- les bagues montées avec jeu ? *Bagues intérieures*

d- Par quoi est assuré l'étanchéité du tambour?

Par les joints à lèvres (31)

e- La lubrification des roulements est-elle assurée par :

– l'huile?

– la graisse?

Justifier votre réponse: *La lubrification à l'huile n'est pas possible dans ce cas à cause de la présence du moteur électrique à l'intérieur du tambour tournant.*

3-5 Modification d'une solution

Guidage de l'arbre intermédiaire (34)

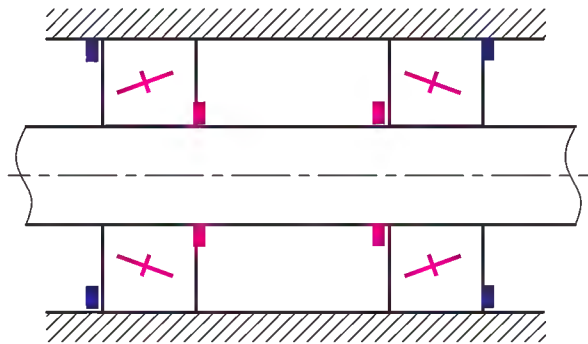
L'engrenage (8)-(21) étant à denture hélicoïdale, pour mieux encaisser les efforts axiaux qui en résultent, on se propose de remplacer les deux roulements à une rangée de billes à contact radial (20) par deux roulements à une rangée de billes à contact oblique (R1) et (R2).

a- Quel type de montage faut-il adopter ?

– Montage en «X»

– Montage en «O»

b- Compléter le schéma ci-dessous et indiquer l'emplacement des arrêts en translations des bagues intérieures et extérieures.



c- En tenant compte des règles de montage des roulements quelles sont :

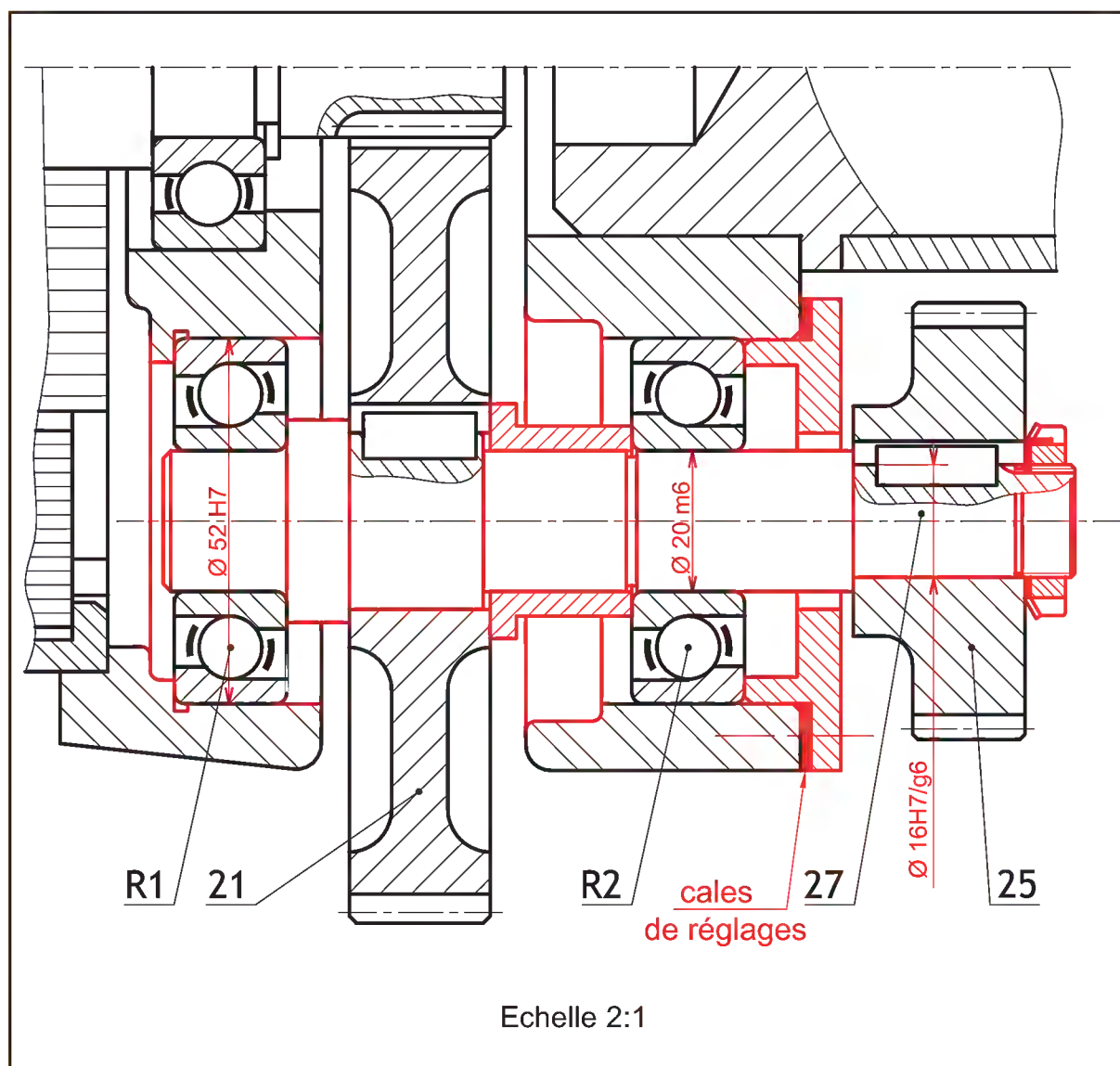
- les bagues montées avec serrage ? *Bagues intérieures*
- les bagues montées avec jeu ? *Bagues extérieures*

d- Le réglage du jeu de fonctionnement sera fait sur l'une des bagues :

- intérieures
- extérieures

e- Etude graphique :

- Réaliser le montage de ces roulements.
 - Compléter la représentation de l'encastrement de la roue dentée (21).
 - Compléter la représentation de l'encastrement du pignon (25) en remplaçant l'anneau élastique (26) par un écrou à encoches et une rondelle frein.
- Indiquer les ajustements nécessaires au fonctionnement correct.



Evaluation

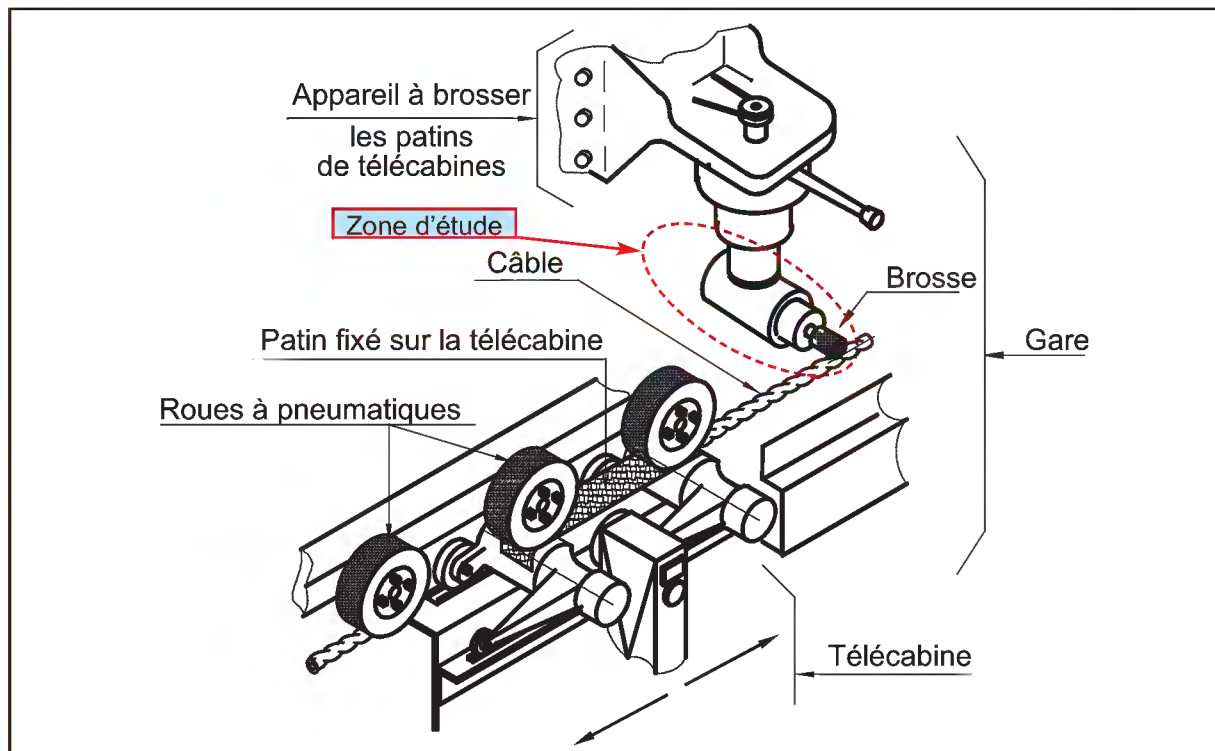
Support d'étude : « Appareil à broser les patins de télécabines »

Mise en situation :

Le dessin d'ensemble (page 140) représente, à l'échelle 1:1, le mécanisme de transmission de mouvement en rotation de l'appareil à broser les patins de télécabines

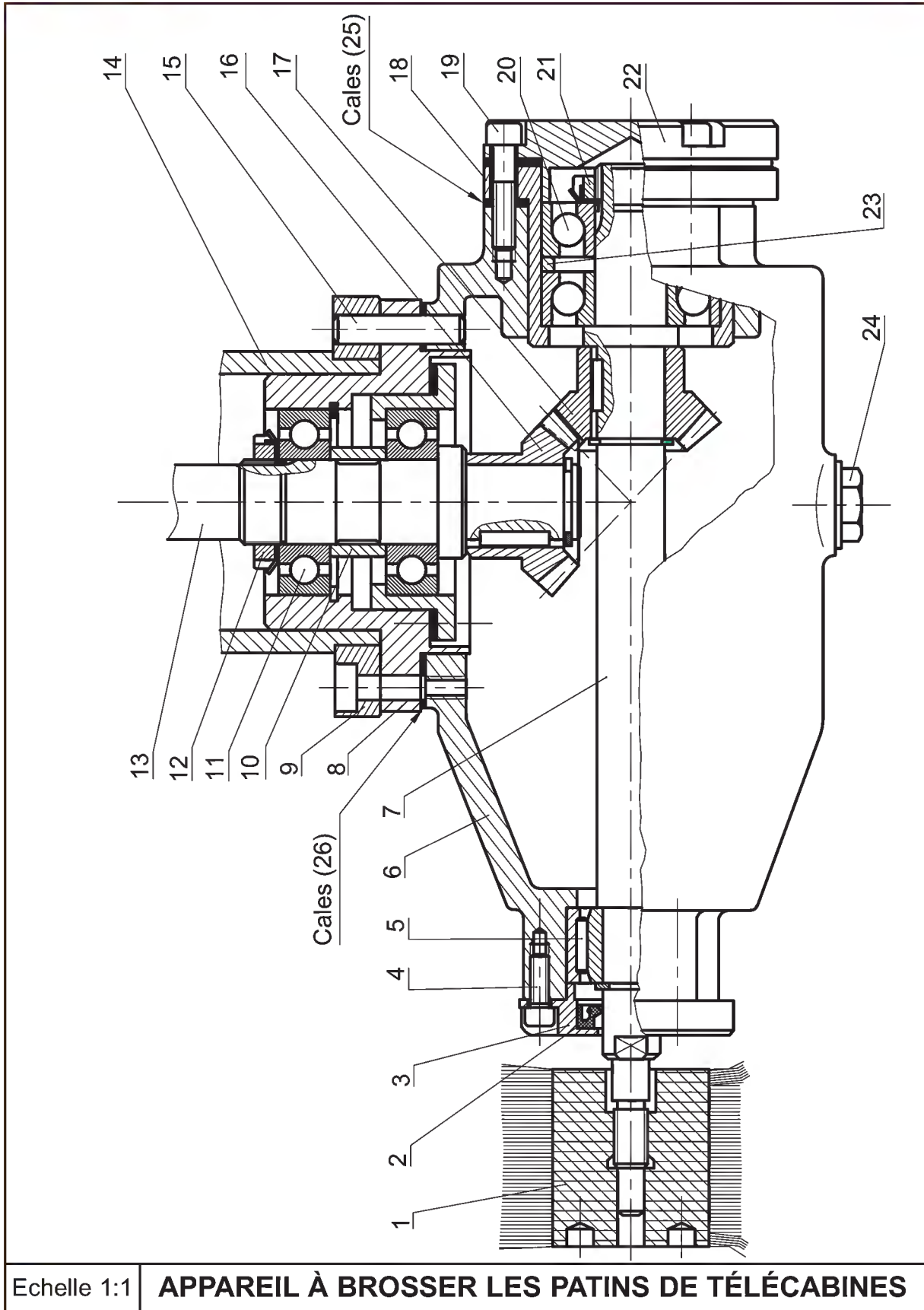
Ces cabines doivent être freinées à l'arrivée en gare et accélérées au départ : ceci est réalisé grâce à des roues à pneumatiques tournant à des vitesses différentes.

L'efficacité de l'accélération et du freinage dépend du coefficient de frottement entre roues et patins : l'appareil étudié permet d'améliorer ce coefficient de frottement en éliminant la neige et le givre à l'arrivée en gare.



12	1	Ecrou à encoches
11	2	Roulement
10	1	bague
9	1	Plaque support
8	1	Boîtier
7	1	Arbre de sortie
6	1	Bâti
5	1	Roulement à aiguilles
4	3	Vis à tête cylindrique
3	1	Couvercle
2	1	Joint à lèvre
1	1	Brosse
Rep	Nb	Désignation

24	1	Bouchon
23	1	Bague
22	1	Couvercle
21	1	Ecrou à encoches
20	2	Roulement
19	3	Vis à tête cylindrique
18	1	Boîtier
17	1	Pignon conique
16	1	Pignon conique
15	1	Goupille
14	1	Boîtier supérieur
13	1	Arbre de transmission
Rep	Nb	Désignation

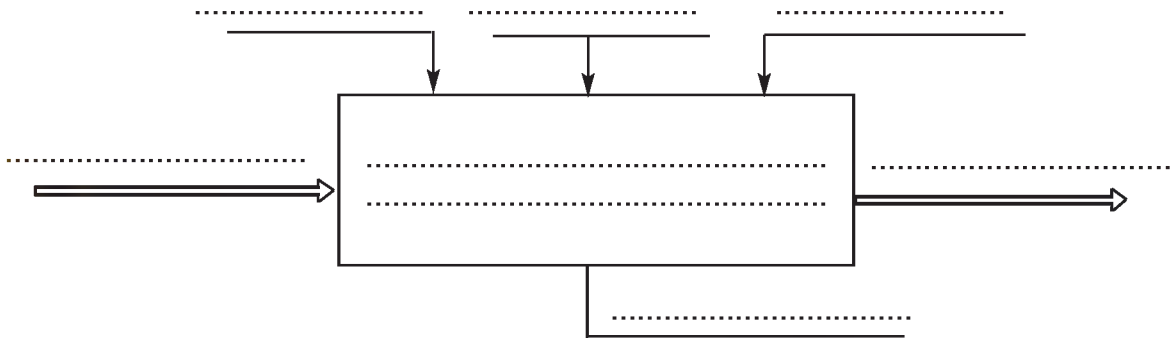


Echelle 1:1

APPAREIL À BROSSER LES PATINS DE TÉLÉCABINES

Travail demandé :

1) Compléter l'actigramme de niveau A-O du système étudié : "Appareil à broser les patins des télécabines".



2) Le schéma ci-dessous représente la chaîne d'entraînement de la brosse (13)

On donne :

la vitesse de rotation de la poulie (B) : $N_B = 150 \text{ tr/min}$

les diamètres des poulies :

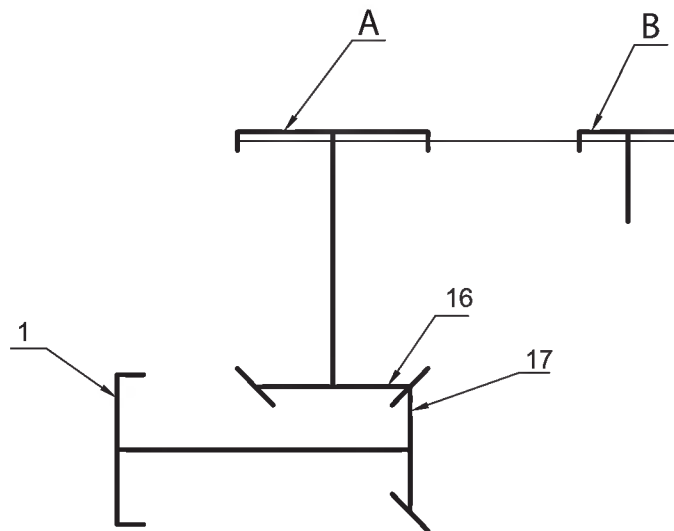
$d_B = 20 \text{ mm}; d_A = 100 \text{ mm}$

le nombre des pignons :

$$Z_{16} = Z_{17}$$

le diamètre de la brosse est :

$D = 44 \text{ mm}$



a- Calculer la vitesse de rotation de la poulie (A) :

.....
.....

b- Calculer la vitesse linéaire d'un point de la périphérie extérieure de la brosse (1):

.....
.....

3) Etude technologique :

a- Comment est assurée la lubrification du mécanisme :

.....
.....

b- Justifier :

.....

d- Quelle est l'utilité des méplats taillés sur l'arbre de sortie (7) :

e- Justifier la présence de la bague (23) entre les deux roulements (20) :

f- Donner le rôle des cales (25) et (26) :

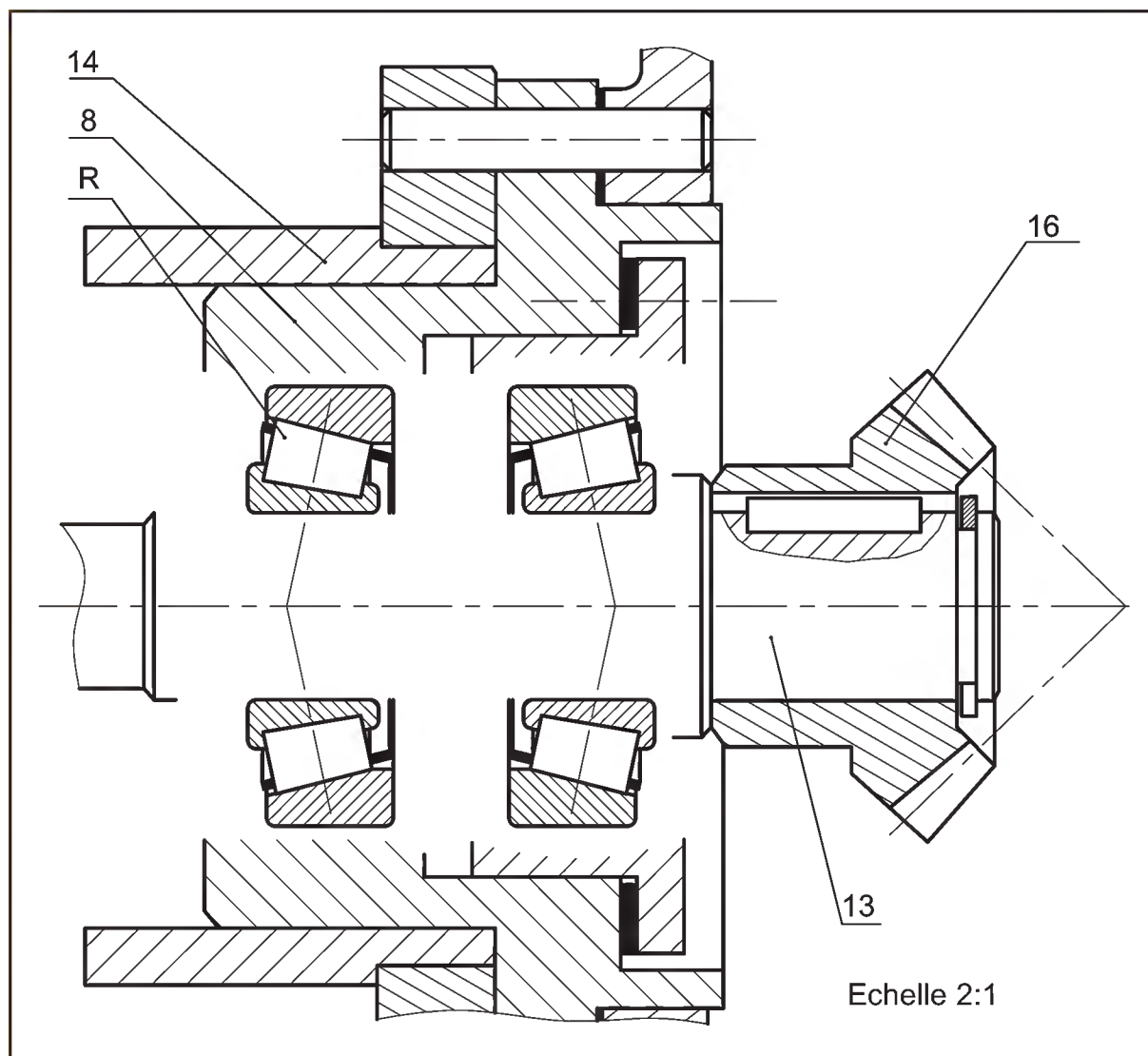
3) Etude graphique :

Pour des raisons de charge axiale élevée en bout de l'arbre (13), le concepteur a proposé de changer les roulements (11) par deux roulements à rouleaux coniques.

On demande : - de compléter le montage de ces roulements;

- d'assurer l'étanchéité

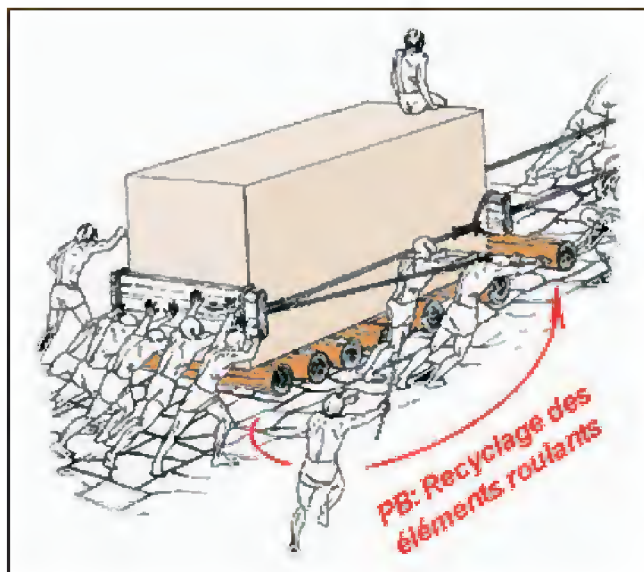
- d'indiquer les ajustements nécessaires au bon fonctionnement.



Savoir plus

1- Historique

Les Egyptiens, 4000 ans avant JC, sont les premiers à remplacer le frottement de glissement par le frottement de roulement en utilisant des rondins sous les blocs de pierre.



En 1485, Léonard de VINCI cherche un moyen de réduire le frottement entre les corps. C'est lui qui a le premier l'idée de la lubrification: pour réduire le frottement entre la roue et son axe. Néanmoins, la vitesse de rotation reste limitée et les pertes d'énergie sont toujours très importantes.

La fin du 19e siècle (environ 1870) a connu la fabrication du premier roulement.

Dès le début du 20e siècle (environ 1910), le développement des roulements dans l'industrie de l'automobile a commencé. Le roulement ressemble à celui qui est aujourd'hui utilisé. Seuls ont changés les matériaux employés dans la fabrication et les systèmes de lubrification.

2- Fabrication des roulements :

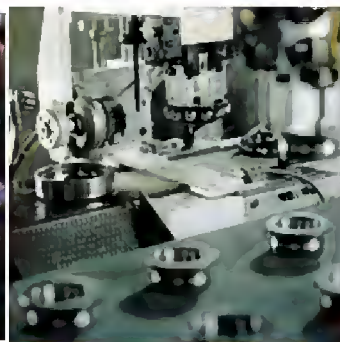
Quelques phases de fabrication des roulements (images société FAG)



Usinage de la bague intérieure d'un roulement



Traitement thermique de la bague intérieure d'un roulement



Chaîne de montage des roulements à billes

3- Assemblage d'un roulement :

Cette opération consiste à assembler les différents éléments qui constituent le roulement, tout en respectant les différentes tolérances du jeu correspondant à la catégorie dans laquelle se trouve le roulement. L'assemblage se fait en excentrant une bague par rapport à l'autre, ce qui permet d'introduire facilement les billes à l'intérieur du roulement. La cage est ensuite rivetée grâce à une presse. Puis, on met en place les protections sur les côtés du roulement. Il peut s'agir de joints d'étanchéité ou de déflecteurs de protection, suivant les roulements. Enfin, les roulements sont lavés et contrôlés : diamètre extérieur, intérieur, bruit, vibration. A ces étapes, il faut parfois ajouter les opérations de graissage et de mise en place des joints dans le cas de roulements étanches.



3- Montage et démontage des roulements :

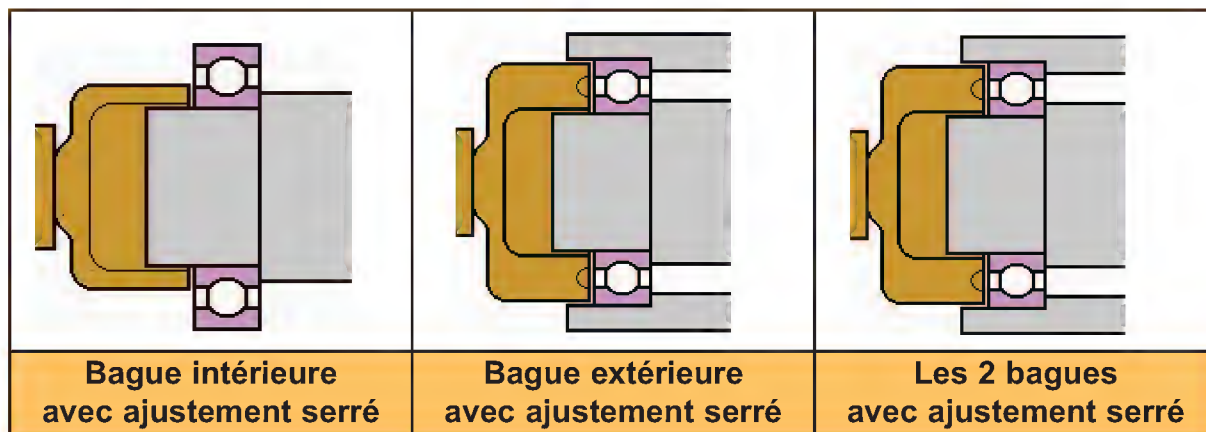
3-1 Montage :

Le montage et le démontage des roulements sont des opérations nécessitant un savoir faire particulier.

Avant tout montage, les arbres sont d'abord mesurés afin de vérifier qu'ils ne présentent pas de défauts (qualité, conicité pour les roulements à portée cylindrique) Les méthodes de montage varient suivant le type et la taille du roulement.

Lorsque la bague nécessite un ajustement serré, celui ci peut-être réalisé de diverses façons. L'emmanchement de la bague intérieure sur l'arbre se fait à froid, ou à chaud. Lorsqu'il s'agit de la bague extérieure qui nécessite un ajustement serré, l'emmanchement se fait en général à froid, car les logements sont difficiles à chauffer.

Dans tous les cas, l'effort de montage ne doit en aucun cas être transmis par les éléments roulants. On utilise donc une douille de montage, qui vient en appui sur la bague nécessitant un ajustement serré. Si les deux bagues requièrent un ajustement serré, la douille prend appui sur les deux bagues en même temps.



Les roulements montés sur portée conique ou sur manchon de serrage sont plus faciles à monter. En effet, on utilise en général un écrou de serrage, serré grâce à une clé à main, ou lorsque l'effort à fournir est plus important, à l'aide d'une clé de frappe. Lorsque les roulements sont bloqués grâce à ce type d'écrou, on utilise aussi une rondelle d'arrêt, permettant de bloquer l'écrou et d'éviter son desserrage intempestif.

3-2 Démontage :

Le démontage s'effectue lui aussi de diverses manières. Pour les bagues ayant été montés avec un ajustement libre, le démontage s'effectue de la même manière que le montage : manuellement. Pour les autres bagues, c'est un peu plus compliqué. Les roulements sur portée cylindrique sont démontés en appliquant une force sur la partie liée à l'arbre ou au logement (en évitant bien sûr toujours la transmission des forces par les éléments roulants). De plus en plus, on utilise de l'huile à haute pression pour faciliter ce démontage. Il faut alors avoir prévu des canaux d'arrivée d'huile lors de la conception du système. Pour les roulements montés sur portée coniques et démontés grâce à cette méthode d'injection d'huile, il est nécessaire de prévoir un écrou de butée. En effet, le roulement est délogé de façon très brutale, il doit donc être bloqué pour éviter d'être expulsé. Les roulements de petits diamètres ne nécessitant pas de gros efforts, sont en général démontés grâce à une douille de démontage ou, lorsque ce n'est pas possible, grâce à une cale en acier.

